

# PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing: 19 October 2000 (19.10.00)	
International application No.: PCT/EP00/02889	Applicant's or agent's file reference: 5616
International filing date: 31 March 2000 (31.03.00)	Priority date: 31 March 1999 (31.03.99)
Applicant: FEY, Wilhelm	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

26 August 2000 (26.08.00)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election



was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer:</p> <p>J. Zahra</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	--

MSA246

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 00/02889

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02H9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 818 273 A (NAKASHIMA T ET AL) 18 June 1974 (1974-06-18) column 2, line 66 -column 5, line 37; figures 1,4	1-15
Y	WO 92 02066 A (ROSEMOUNT INC) 6 February 1992 (1992-02-06) page 10, line 33 -page 12, line 28; figure 2	1-15
A	DE 38 04 250 C (SIEMENS) 27 July 1989 (1989-07-27) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 August 2000

Date of mailing of the international search report

09/08/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 6818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Salm, R

Form PCT/ISA210 (second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 00/02889

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3818273	A	18-06-1974	NONE	
WO 9202066	A	06-02-1992	US 5179488 A	12-01-1993
			DE 69121718 D	02-10-1996
			DE 69121718 T	03-04-1997
			EP 0540634 A	12-05-1993
DE 3804250	C	27-07-1989	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzungen

PCT/EP 00/02889

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02H9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)

IPK 7 H02H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 818 273 A (NAKASHIMA T ET AL) 18. Juni 1974 (1974-06-18) Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 1,4	1-15
Y	WO 92 02066 A (ROSEMOUNT INC) 6. Februar 1992 (1992-02-06) Seite 10, Zeile 33 - Seite 12, Zeile 28; Abbildung 2	1-15
A	DE 38 04 250 C (SIEMENS) 27. Juli 1989 (1989-07-27) Zusammenfassung	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Situations Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgelöst)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungstätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungstätiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nachvollziehbar ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. August 2000

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

09/08/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentamt 2  
NL - 2200 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Salm, R



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 00/02889

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3818273 A	18-06-1974	KEINE	
WO 9202066 A	06-02-1992	US 5179488 A	12-01-1993
		DE 69121718 D	02-10-1996
		DE 69121718 T	03-04-1997
		EP 0540634 A	12-05-1993
DE 3804250 C	27-07-1989	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

091937968

PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Translation

Applicant's or agent's file reference 5616	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/02889	International filing date (day/month/year) 31 March 2000 (31.03.00)	Priority date (day/month/year) 31 March 1999 (31.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H02H 9/02		
Applicant PEPPERL + FUCHS GMBH		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 22 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 26 August 2000 (26.08.00)	Date of completion of this report 29 June 2001 (29.06.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/02889

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1-17, filed with the letter of 19 April 2001 (19.04.2001)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1-14, filed with the letter of 19 April 2001 (19.04.2001)
- ☒ the drawings:  
pages 3/7-7/7, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1/7, 2/7, filed with the letter of 19 April 2001 (19.04.2001)
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 15
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☒ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

- 1) Document D1, which discloses a barrier isolator device, is considered the prior art closest to the subject matter of Claims 1 and 15. It discloses (cf. column : line):

*- a safety device for limiting the current and voltage of an electrical consumer connected downstream of the safety device,*

*cf. abstract*

*with at least one input terminal (8) and one output terminal (16),*

*cf. Fig. 1*

*wherein the safety device has at least one voltage- and current-limiting device (7, 13, 14) such as a zener barrier,*

*cf. abstr., 2:12 ff., Fig. 1*

*a current-limiting device (R6) connected to the output thereof,*

*cf. Fig. 1*

*wherein for voltage detection a voltage sensor circuit (D1, R5) is connected between the base of the second transistor (Q2) and the common line (12)*

*cf. 3:28 ff., Fig. 1.*

2) The subject matter of Claim 1 differs therefore from the known device in that:

2.1 *there is a common line (12) with common input and output terminals (10, 17);*

2.2 *the voltage- and current-limiting device comprises at least one fuse device (F1), such as a cut-out fuse, and a voltage-limiting device (D3) relating to the common line (12);*

2.3 *there is an additional protective circuit arranged upstream of the voltage- and current-limiting device (7, 13, 14);*

2.4 *said additional protective circuit has a field effect transistor (Q1) as a switching and/or regulating transistor;*

2.5 *the source-drain path (S-D) of which is arranged between the input terminal (8) and the voltage- and current-limiting device (7, 13, 14);*

2.6 *and the gate (G) for supplying the control voltage of the field effect transistor (Q1) is connected via a resistor (R4) to the common line (12);*

2.7 *wherein a second transistor (Q2) is connected to the input terminal (8) and to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1);*

2.8 the collector of which is connected to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1) so as to influence the control voltage thereof,

2.9 and the voltage ( $U_{9,11}$ ) is fed back to the base of the second transistor (Q2) downstream of the source-drain path (S-D) of the switching and/or regulating transistor (Q1) via a feedback resistor (R3),

2.10 a series resistor (R1) is arranged as a current sensor, as an alternative to current detection, between the input terminal (8) and the source (S) of the switching and/or regulating transistor (Q1).

- 3) With respect to the following features, documents D2 and D3 describe the same advantages as the present application. A person skilled in the art would therefore regard the inclusion of these features in the device described in D1 as a standard design measure for solving the problem of interest:

2.1: cf. D3, fig.

2.3: cf. D2, Fig. 1.

2.4: cf. D2, 10:15; D3, fig.

2.6: and

2.7: and

2.8: cf. D3, fig.

2.10: cf. D3, 2:30, fig.

- 4) The problem to be solved by features 2.6 and 2.9 of the present invention can be considered that of improving the regulating behaviour of the system as

a whole. In addition, only a small cross current flows through the protective circuit Q2, R3 and R4 and therefore power loss can be kept to a minimum.

This problem is solved by the feedback mechanism of the upstream U-I limiter as a function of the sizing of the feedback resistor R3 and the additional protective circuit via R4. This feature is therefore considered inventive (PCT Article 33(3)).

- 5) The phrase "...the feedback current increases at the ratio of to protect the gate-source path..." on page 7 is incomprehensible and leaves the reader uncertain as to the meaning of the technical feature in question.
- 6) The content of the originally submitted description, page 6, line 30 to page 7, line 26 has been deleted from the present description. However, from the paragraph on page 7, lines 20-26, it appears to be essential for the comprehension and functioning of the invention (PCT Rule 70.2(c)).

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

- 7) The independent claim has not been drafted in the two-part form defined by PCT Rule 6.3(b). However, the two-part form would appear to be appropriate in this case. Accordingly, the features known in combination from the prior art should be set out in a preamble (PCT Rule 6.3(b)(i)) and the remaining features should be specified in a characterising part (PCT Rule 6.3(b)(ii)).

In the present case, the features listed under 2) ff. of Claim 1 are known in combination from document D1 and therefore belong in the preamble of such a claim.



410 Re PCT/PTO 01 OCT 2001

REPLACED BY  
ART 34 AMST

**Inventor:** Wilhelm Fey

**Invention:** SAFETY BARRIER FOR LIMITING CURRENT AND  
VOLTAGE

**Attorney's Docket Number:** MSA246

Horst M. Kasper, his attorney  
13 Forest Drive, Warren, N.J. 07059  
Tel. (908)526 1717; Reg. No. 28559  
Attorney's Docket No.: MSA246

ENGLISH TRANSLATION OF  
INTERNATIONAL PCT APPLICATION

Application No. : PCT/EP00/02889  
Filing Date : March 31, 2000



Many electrical apparatuses or electrical consumers have to be protected against high voltages in order to avoid interruptions, which can lead to damages. In particular, such protective circuits are necessary in regions endangered by explosion.

A circuit arrangement for a safety barrier according to the initially recited kind for limiting of current and voltage at the two wire line running in a region endangered by explosions with two fuses has become known through the European printed patent document EP 0,359,912 A1, said switching arrangement having an input exhibiting two input connections, wherein a voltage source can be connected to the input and an output exhibiting two output connections, wherein the output is connected to a two wire line. A first voltage limiting circuit is connected to the input connections, which first voltage limiting circuit includes a first fuse and a first voltage limiting device. The output of the voltage limiting circuit is connected to a current limiting circuit, wherein at least several parts of the circuit arrangement including the fuse are encased inaccessibly in a casing.

A circuit including a second fuse and a second voltage limiting device exhibiting characteristics similar to those of a Zener diode is disposed between the input and the first voltage limiting circuit. The first voltage limiting circuit is connected on the input side in parallel to a second voltage limiting device and is connected through the second fuse to the input, wherein at least the second fuse is manually accessible. Thus the accessible fuse can also be exchanged in case of a short circuit at the safety barrier. It is a disadvantage to employ two fuses, of which two fuses one burns through upon responding of the safety barrier and has to be exchanged manually. An automatic turning on again of the switching device is not possible.

A safety barrier with a barrier input exhibiting two connections, with the barrier output exhibiting two connections and an electronic longitudinal control member with a control input and disposed in a connection between the barrier input and the barrier output has become known from the German patent DE-PS 3622268 (United States patent 4,831,484), wherein the longitudinal control member can be a transistor. A fuse furnished at

the input in connection with voltage limiting Zener diodes serves to switch off the output voltage then, when the voltage at the input of the safety barrier surpasses the blocking voltage of the Zener diodes. Otherwise a current increase would be the consequence, wherein the current increase would be disposed above the current, which current may be delivered by the safety barrier at the output of the safety barrier to the consumer in case of a maximum permissible input voltage. In this case the fuse is released and switches off the output voltage. The maximum output current occurring in case of a short circuit is disposed normally below the release current of the fuse, such that the fuse nominally does not respond in this case. If however the maximum output current is disposed above the release current of the fuse, then device elements of the safety barrier burn through irreparably such that the non-exchangeable fuse cannot perform its purpose.

A shunt diode safety barrier for connection to a voltage source has become known through the European printed patent document EP 0310280 B1, said shunt diode safety barrier including a shunt diode means, a fuse

device component on the voltage supply side of the shunt diode means, a current limiting circuit connected in series with the fuse device component and disposed in sequence with a load for switching and with a heat protective means in order to prevent an overheating of the barrier device components, in case an excessive voltage is applied. The current limiting circuit is connected in series between the fuse device component and the shunt diode means and is disposed such that the fuse device component is protected against applied voltages which are larger than the normal maximum working voltage. The heat protective means within the safety barrier includes a Zener diode, wherein the Zener diode is connected between the fuse device component and the current limiting circuit. This circuit is associated with a disadvantage that the circuit exhibits a high shunt current and thereby a high dissipation loss power. In addition this kind of circuit has a substantial longitudinal voltage drop.

Technical object:

It is an object of the present Invention to provide the safety barrier of the recited kind, which gets along without an exchangeable fuse and which exhibits in particular a low dissipation loss power, wherein voltage losses as well as shunned currents are to be only very small.

Disclosure of the Invention and its advantages;

The resolution of the object comprises that the further protective circuit exhibits a field effect transistor as a switching and/or regulating transistor, wherein the source drain a leg of the field effect transistor is disposed between the input connector and the voltage and current limiting device and wherein the gate for feeding the control voltage of the field effect transistor is connected to the common line through a resistor, wherein a second transistor is connected at the input connector and at the gate of the switching and/or regulating transistor, wherein the collector of the second transistor is connected to a gate of the switching and/or regulating transistor for influencing the control voltage of the switching and/or regulating transistor and wherein the voltage after the source drain leg of

the switching and/or regulating transistor is fed back to the base of the second transistor through a feedback resistor, wherein a voltage sensor circuit is disposed between the base of the second transistor and the common line for voltage detection and wherein a longitudinal resistor is disposed as a current sensor between the input connector and the source of the switching and/or regulating transistor for current capturing.

The safety barrier according to the present Invention advantageously serves for turning off over voltages or, respectively, for limiting over voltages as well as for turning off over currents or, respectively, for limiting over currents. The protective circuit advantageously gets by without an exchangeable fuse. Thus it is assured that the inaccessible fuse of the voltage and current limiting device, which can include the Zener barrier, does not be destroyed upon occurrence of an over voltage. Advantageously both the necessary requirements of a safety barrier as well as the requirements of a service free electronic fuse can be combined.



The safety barrier exhibits in particular a small dissipation loss power, since the safety barrier has nearly no shunt current in the region of the operating voltage and only a very small voltage drop through the switching and/or regulating transistor, that is a longitudinal voltage drop. The safety barrier similarly exhibits a small dissipation loss power in its switched off state and possibly in its down controlled state. The safety barrier can be produced at favorable prices with discrete device elements. Further advantageous embodiments result from the sub claims.

Advantageously, three base circuits of the further protective circuit of the safety barrier closely connected to each other are presented. Either a longitudinal resistor is placed as a current sensor between the input connection and the source of the switching and/or regulating transistor for current detection. The initiation of the switching or regulating is triggered through the resistors R1 through R3 and is performed by the load current at the line point 9, which flows into the voltage and current limiting device. This circuit is to be applied advantageously there, where high load currents are to be avoided.

Alternatively a voltage sensor circuit dispensing the current sensing longitudinal resistor is disposed between the base of the second transistor and the common line for voltage detection. This circuit without current sensing longitudinal resistor mainly serves for switching off the over voltage or, respectively, for limiting the over voltage. The initiation of the switching off or regulating is triggered through the resistor R5 and the diode D1 and is performed to occur through the input voltage UE. The main advantage of this circuit comprises that the voltage drop of the protective circuit can be maintained extremely small, which causes small dissipation loss powers (compare figure 7).

If the protective circuit is to serve simultaneously both for voltage limitation as well as for current limitation, then both the longitudinal resistor R1 is present as a current sensor as well as the voltage sensor circuit is present as a voltage detector, such that advantageously over voltage switching off or, respectively over voltage limitation and over

current switching off or, respectively, over current limitation are combined.

A Zener diode or a Diac diode can serve as a voltage detector in the voltage sensor circuit, wherein a resistor R5 is connected in series to the Zener diode or Diac diode. In case switching off properties of this further protective circuit are desired, then a resistor R2 is placed between the base of the transistor Q2 and the source of the switching and/or regulating transistor Q1 for reducing the then required feedback current. The size of this resistor determines the required feedback current. The value of the resistor R2 can be disposed between zero and infinity.

The feedback resistor can be replaced by a control or regulating circuit for adjusting the feedback current independent of the output or, respectively, supply voltage, wherein the control or regulating circuit can be for example a constant current circuit, in order to be able to adjust the maximum feedback current independent of the output voltage or, respectively, of the supply voltage.

According to a particular advantageous embodiment of the safety barrier, the feedback current is adjusted by way of the feedback resistor or the control or regulating circuit such that in case of overload there results a regulating down of the load current to a minimum value and only upon application of a voltage larger than the input nominal voltage, there is performed a switching off of the current into the voltage and current limiting device, and an automatic switching on again is given upon the following lowering of the supply voltage to the input nominal voltage. This is associated with the advantage that the safety barrier after its responding or, respectively, after the switching off of the load is capable of automatically switching on again, as soon as the over voltage or, respectively, the over current has been reduced to the input nominal voltage or, respectively, the nominal current. The advantage is presented therewith that the safety barrier is capable automatically to switch on again after the responding of the safety barrier or, respectively after the switching off of the load, as soon as the over voltage or, respectively, the

over currents return to the input nominal voltage or, respectively, the nominal current.

The resistor can be placed between the base of the transistor Q2 and the source of the switching and/or regulating transistor Q1 for reducing the feedback current in the further protective circuit.

The feedback voltage of the feedback resistor can be both tappable immediately after the drain of the switching and/or regulating transistor as well as at any arbitrary circuit point of the current path between the line points 9 and 16 (figure 1) and can be fed at to the base of the second transistor.

The safety barrier can for example exhibit a feedback resistor of such size that a return current regulated to a fraction of the load current to be limited upon operation with nominal voltage.

The safety barrier then does not switch off in case of input nominal voltage and occurring over current; upon presence of an over voltage the feedback current increases by the ratio of the input voltage to the input nominal voltage  $U_E:U_{ENOM}$ . Now the voltage to U9-11 of the safety barrier or of the electrical apparatus to be protected is switched off or, respectively, separated. The safety barrier switches without further help again automatically on or, respectively, assumes the state of the regulated down reverse current when the input voltage  $U_E$  of the safety barrier is reduced to its input nominal value  $U_{ENOM}$ , whereby an automatic adaptation to the supply conditions results.

It is thereby possible to operate the safety barrier at the grids, which exhibit over voltages over time periods, wherein as long as the over voltage is sustained, the connected circuit to be protected is protected against this over voltage, without that a reset is required. The employment of sensitive apparatuses in connection with the invention safety barrier is thereby possible in very unstable power grids.

Similarly certain properties of the over current or over voltage limitation can be set with the feedback resistor or with the control or regulating circuit. A corresponding evaluation electronics can thereby generate preselected characteristic curves for regulating down or characteristic curves for switching off, whereby a switching off delay can be programmed for example. An interlocking of Zener barriers and such limit circuits is also possible.

An electronics to be protected has in general a fixed current receiving region and does not require additional protection against over currents. Here the circuit with voltage detector (figure 1) is offered. A short circuit on the connection lines is possible in case of open connections between safety barrier or, respectively, protective circuit and electronics to be protected or, respectively load. Here advantageously the circuit with current sensor and over current limitation (figure 2) is employed.

A Zener diode for protecting the gate source leg is placed between gate and source of the switching and/or regulating transistor and parallel to the

gate and source of the switching and/or regulating transistor, where input voltages are to be switched off in applications where such input voltages are larger than the permissible voltage between gate and source of the switching and/or regulating transistor. Alternatively a Zener diode is connected in series to the resistor R4 for reducing the gate control voltage. Depending on this elected field effect transistor, these Zener diodes protect against too large control voltages at the gate. The Zener diodes can also be an integral component of the switching and/or regulating transistor.

The safety barrier or, respectively protective circuit can exhibit a reset device such as a key, for switching on again the further protective circuit in case the voltage and current limiting device should trigger. This can be of advantage in particular then where the feedback is adjusted such that the protective circuit separates permanently the downstream connected circuit to be protected or, respectively, load from the supply voltage upon responding.



Furthermore a bipolar transistor can be employed as a switching and/or regulating transistor instead of the field effect transistor in the safety barrier or, respectively, protective circuit, wherein the collector emitter leg is disposed between the input connection and the output connection of the further protective circuit - relative to figure 1 at the knot 9 - and wherein the base is connected to the common line through a resistor for feeding of the base control voltage.

Any arbitrary such device can be disposed within the safety barrier as a voltage and current limiting device, for example a Zener barrier in a known or alternate embodiment, as well as the protective device can be arbitrary, for example a fuse. If the safety barrier is to be employed in a region endangered by explosion, then a fuse together with usually a Zener barrier is combined in the voltage and current limiting device of the safety barrier.

Short description of the drawings, where there is shown:

Figure 1 a circuit diagram of a safety barrier for over voltage switching off or, respectively over voltage limitation for protecting the voltage and current limiting device as well as a consumer connected downstream,

Figure 2 a circuit diagram of a further safety barrier with a current sensing resistor preferably for over current switching off or, respectively over current limitation or other circuit to be protected or of the consumer connected downstream,

Figure 3 a circuit diagram of a safety barrier with the combination of over current switching off or, respectively, over current limitation and over voltage switching off or, respectively, over voltage limitation, wherein additionally a Zener diode is disposed in the feed line of the gate of the field effect transistor,

Figure 4 the circuit diagram of safety barrier according to figure 3 with a consumer connected downstream, wherein the feedback resistor is connected after the safety barrier,

Figure 5 a further technical embodiment of the safety barrier,

Figure 6 voltage courses  $U_{9,11}$  and  $U_E$  upon triggering of the safety barrier according to figure 2 at different values of the feedback resistor, and

Figure 7 voltage courses  $U_{9,11}$  and  $U_E$  upon triggering of the safety barrier according to figure 1 at different values of the feedback resistor.

Paths for performing the Invention:

Figure 1 shows a circuit diagram of a safety barrier, wherein the circuit diagram serves for voltage detection and preferably represents an over voltage switching off or, respectively, and over voltage limitation for protecting the safety barrier itself as well as the electrical consumer 15 to be protected and connected downstream. The safety barrier, which can in principle be inserted into a two wire line, has at least two input

connections 8,10 and at least two output connections 16 and 17, wherein the input connection 10 and the output connection 17 belong to a common line 12, for example a ground line, or, respectively can coincide. An electrical consumer 15 is connectable to the output connections 16, 17.

The safety barrier surrounded by dashed lines comprises in principle a safety fuse F1 disposed in a line 8 -- 9 -- 16, wherein the safety fuse F1 is preferably a fusible fuse, as well as a voltage limiting device referring from a knot 18 of the line 8 -- 9 -- 16 to the common line 12, which voltage limiting device is symbolized by the Zener diode D3; it is also possible to employ a plurality of diodes disposed in parallel or other known barriers such as Zener barriers. A current limiting device follows to the connection knot 18 in the line 8 -- 9 -- 16 of the first voltage limiting device, wherein the voltage limiting device is disposed in series with the safety fuse F1 and is symbolized by the resistor R6. Preferably a resistor R7 can be connected in series to the fuse F1 in front of the connection knot in the line 8 -- 9 -- 16 of the first voltage limiting device. This voltage current

limiting device is fully surrounded with edges in figure 1 and designated with the reference character 14.

A further second protective circuit 20 is disposed in front of the safety fuse F1, wherein the device components of the further second protective circuit 20 are disposed in part parallel to the input connections 8,10 and partially in series with the safety fuse F1 within the line 8 -- 9 -- 16 or also 10 -- 17 and which further second protective circuit 20 represents also a voltage and/or current limiting circuit. The voltage and/or current limiting circuit in principle comprises a field effect transistor Q1 as a switching and/or regulating transistor, wherein the field effect transistor Q1 is operated as a longitudinal control member in the figures 1,2 or 3 as a switch and/or regulating transistor. For this purpose the field effect transistor Q1 with its source drain leg is disposed longitudinally between the input connector 8 and the knot 9 and in front of the safety fuse F1, wherein the source is connected to the input connector 8 and the drain is connected to the knot 9. The gate G of the switching transistor Q1 is connected to the common line 12 through a resistor R4 for feeding of the control voltage.

A second transistor Q2 is disposed in front of the source gate leg of the field effect transistor Q1, wherein the output of the second transistor Q2, here the collector Q23 is connected to the gate G of the field effect transistor Q1 for influencing the control voltage of the field effect transistor Q1. The emitter Q21 of the transistor Q2 is connected to the input connector 8. The voltage or, respectively, the current after the source drain leg of the field effect transistor Q1 is fed back to the base Q22 of the second transistor Q2 through the feedback resistor R3 at the knot 9 for controlling the second transistor Q2.

A Zener diode D1 is connected with its anode to the line 12 between the base Q22 of the transistor Q2 and the common line 12, wherein a resistor R5 is disposed in series with the Zener diode D1, wherein the resistor R5 can be optional. A resistor R2 can be disposed on the side of the source S of the field effect transistor Q1 and the base of Q2, wherein the dimensioning of the resistor R2 can be selected such that the resistor R2

serves for reducing the necessary feedback current through the feedback resistor R3.

The triggering of this voltage limiting protective circuit is performed directly by an over voltage, wherein the current from the beginning cannot rise impermissibly in the following voltage and current limiting device D3, R6 with preferably inaccessible fusible fuse F1. Thus the switching off or controlling down through the Zener diode D1 and the resistor R5 is directly initiated through a supply voltage too high. The initiation of the switching off or of the controlling down is thus performed exclusively through the input voltage UE through the inputs 8,10. The main advantage comprises that the voltage drop and thereby the dissipation loss power of the protective circuit can be maintained extremely small. For example the following values are advantageous: at  $R_{ON} = 0.2 \text{ Ohm}$  and  $I_a = 100 \text{ mA}$  there results a  $V_{Rest} = 20 \text{ mV}$ .

A circuit diagram of a safety barrier serving for current limiting and a current switch off or, respectively, current limitation for protecting the

safety barrier itself as well as a downstream following electrical consumer 15 to be protected are illustrated in figure 2. A resistor R1 is likewise connected to the input connector 8, wherein the second end of the resistor R1 is connected to the source S of the field effect transistor Q1. This resistor R1 serves as a current sensor for recognizing of impermissibly high currents. The resistor R2 can be similarly present between R1 on the side of the source S and the base of Q2, wherein the resistor R2 serves here for reducing the necessary feedback current through the feedback resistor R3.

The circuit is constructed in standard operations such that the field effect transistor Q1 receives a control voltage from the supply voltage through the resistor R4 and is maintained in an on-state, such that the drain current flows through the current sensor resistor R1 and the switching transistor Q1. Nearly no control current flows in this state and thus also no shunt current flows into the gate, wherein the shunt current could falsify the measurement value of the current of a possible measurement section. The current sensing resistor R1 controls the base Q22 of the transistor Q2



through the resistor R3, wherein the transistor Q2 is blocked in standard operation.

If the current in the resistor R1 rises to a value above the control voltage UBE of Q2, for example to 0.6 volts, -- for example the shunt current rises in the voltage and current limiting device 7 upon an over voltage -- then additionally a correspondingly rising UBE-voltage is fed back to the base Q22 of the transistor Q2 through the feedback resistor R3 such that the transistor Q2 becomes conductive. The control voltage of the gate G of the field effect transistor Q1 drops thereby such that the drain current is switched off or, respectively, controlled down and thereby the output current of the protective circuit is switched off or, respectively, controlled down and cannot rise further (constant current). Thus a time based action behavior or flip behavior and regulating behavior occurs depending on the dimensioning of the feedback resistor R3, wherefore the properties of the protective circuit as an automatic controller or as a switch are set by R3.

A small holding current, that is a sensor current or a residual current, flows in the switched off state of the further protective circuit through the feedback resistor R3 and the resistor R2 such present to the outputs 9,11. This residual current can be easily received by the electronics to be protected since these resistors can be laid out correspondingly large for example by a proper current reception of the electronics or by a Zener diode.

It is to be noted in connection with the establishment of the further protective circuit according to figure 2 that the voltage and current limiting device, for example a Zener barrier, represents a voltage depending load, that is an over current is caused immediately by an over voltage at the voltage and current limiting device and only thereby the switching off of the further protective circuit is initiated. A short circuit after the safety barrier or, respectively, the voltage and current limiting device or, respectively, the Zener barrier is not to be taken into consideration in dimensioning since the fuse F1 is not permitted to trigger in connection with the previous constructions. The switch off current of the further

protective circuit is laid out exclusively for protecting the fuse F1 within the voltage and current limiting device 7, 13, 14.

Additionally constructions of the voltage and current limiting device are possible beyond those recited as have been avoided up to now in the state-of-the-art. The current limiting circuit or, respectively, the resistor R6 has to be dimensioned such that the non-exchangeable fuse F1 is not destroyed upon short circuit at the output. The current limiting circuit or, respectively the resistor R6 of the voltage and current limiting device 7, 13, 14 can be exclusively dimensioned according to EX-conditions since now an additional current protection is furnished for the fuse F1. For example a lower resistor R6 can furnish a larger output power as previously without that simultaneously the fuse F1 and the Zener diode D3 or several such diodes within the voltage and current limiting device 7,13, 14 have to be reinforced, which means a larger deliverable power in standard operation. In particular such improved EX-conditions are advantageous when a in particular a nonlinear load 15 is connected to the safety barrier.

Figure 3 shows a safety barrier in combination with over currents switching off or, respectively, over current limitation and over voltage switching off or, respectively, over voltage limitation of figures 1 to 4 protecting the voltage current limiting device 7 as well as the load 15 connected downstream. The current sensing resistor R1 and the Zener diode D1 of figures 1 and 2 are present such that the functional features of the figures 1 and 2 are present together. In addition a Zener diode D4, which is optional, is disposed here in series with the resistor R4 in the gate feed line of the field effect transistor Q1.

Furthermore a Zener diode D2 is disposed between the gate and the source of the field effect transistor Q1 and parallel to the gate G and the source S of the field effect transistor for protecting the gate source leg in figure 3, wherein the Zener diode D2 can also be an integral component of the field effect transistor Q1.

Figure 4 shows the circuit diagram of the safety barrier according to figure 3 for the protection of the voltage and current limiting device 13 as well as of the consumer 15 connected downstream. The feedback resistor R3 is connected to the output 16 of the voltage and current limiting device 13 only after the voltage and current limiting device 13.

Figure 5 shows a further technical embodiment of the protective circuit, wherein the diode D2 is present without the diode D4 parallel to the source gate leg of this switching and/or regulating transistor Q1, otherwise however the protective circuit corresponds to that shown in figure 3.

The feedback resistor R3 can be replaced by a control or automatic control circuit, wherein the control or automatic control circuit can also be a constant current circuit independent of the output or, respectively, supply voltage for the adjustment of the feedback current.

The feedback current can be adjusted by way of the feedback resistor R3 or of the control or regulating circuit such that a controlling down of the load

current to a minimal value results upon overload and only upon application of a voltage larger than the nominal voltage, there is performed a switching off of the load current and thus an automatic switching on again is given during a following lowering of the supply voltage to nominal voltage.

Certain dimension conditions have to be maintained for the feedback resistor R3 in order for the further protective circuit 20 to again automatically switch on after responding or, respectively, triggering. The lower limit for the dimension of the resistor R3 is given by having the voltage drop over the resistor R2 within the voltage divider R2, R3 remains smaller as the UBE of the transistor Q2, where the transistor Q2 otherwise would open. The upper limit for the dimensioning of the feedback resistor R3 is arbitrarily high depending on the specific application, which means that the feedback resistor R3 can approach infinity, wherein a constant current behavior would set in in this case.

Various illustrating pictures a) through e) are shown in figure 6, wherein this figure 6 refers to the safety barrier of figure 2. In each case the

voltage U9-11 as well as the dissipation loss power over the input voltage or, respectively supply voltage course is plotted in the illustrating pictures a) through d); parameter is a changeable value for the feedback resistor R3 upon a certain selected dimensioning of the remaining device components. If the feedback resistor R3 is selected to be below a certain value, then the further circuit cannot any longer automatically switch on after responding which is the case here for example at the value of R3 of 150KOhm. In case of the value of about 250 KOhm or 330 KOhm the further circuit again automatically switches on after its responding which is shown in the illustrating pictures b) and c). If the resistor R3 is dimensioned beyond a certain limit, then a constant output voltage appears in consequence of the voltage limiting effect of the voltage and current limiting device 7,13, 14, which is then shown in the illustrating picture d). However here the dissipation loss power of the remaining circuit increases over proportionally.

Figure 7 shows various illustrating pictures a) through e) similar to figure 6, wherein the illustrating pictures a) through e) refer to the safety barrier

of figure 1. The voltage courses U9-11 as well as the dissipation loss powers are shown over the input voltage or, respectively, supply voltage course upon triggering of the safety barrier at different values of the feedback resistor. The safety barrier does not switch on any longer after its triggering in case the voltage has dropped to the input nominal voltage UENEN in case of small values of the feedback resistor for example 150 kOhm at otherwise determined selected dimensioning of the remaining device components. The safety barrier automatically and highly advantageously switches on again at higher values, for example starting at  $R3 = 250 \text{ Ohm}$  in contrast, where the triggering and endangering voltage has dropped to the input nominal voltage UENEN. This is also a situation in case of very large values of  $R3$ . It is further recognizable from the illustrating pictures that in fact the dissipation loss power of the safety barrier is extremely small in all cases to be considered.

In the following there is provided an example for a 'coarse' dimensioning (fine dimensioning is performed with a simulator program) of the resistor's



R1, R2 and R3 for adapting the current limiter flip-flop, wherein here the variant switching off is considered (not flipping):

$$U_{BEQ2} = (U_E * (R_1 + R_2)) / (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow R_3 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) * (R_1 + R_2)$$

Defined  $I_{\max}$  in Q1 = 50 mA

$$R_1 = 0.5 \text{ V} / 50 \text{ mA} = 10 \text{ Ohm}$$

\*  $U_{BEQ2}$  assumed to be 0.5 V

For a desire to re-switching on the short circuit current is fixed to about 10 percent of  $I_{\max}$  for the nominal input voltage  $U_{ENEN}$ :

$$U_{R1} = 10 \text{ Ohm} * 5 \text{ mA} = 50 \text{ mV}$$

$$U_{R2} = 0.5 \text{ V} - 0.05 \text{ V} = 0.45 \text{ V}$$

Definition of the shunt current by R<sub>3</sub> about R<sub>2</sub> = 30 microAmp.

$$R_2 = 0.45 \text{ V} / 30 \text{ microAmp} = 15 \text{ KOhm}$$

$$R_2 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) * (R_1 + R_2) = (8V^{**} / 0.5V - 1) * (10 \text{ Ohm} + 15 \text{ KOhm}) = 225 \text{ KOhm}$$

\*\*assumed f. Ex

Commercial applicability:

The subject matter of the present invention is commercially applicable in particular for explosion protected rooms as a safety barrier as well as the further protective circuit also always there, where an electrical device is to be protected against over voltage or an over current. The further protective circuit alone can advantageously be employed as an electrical or, respectively, electronic shunt fuse, where the further protective device protects downstream electrical apparatus against impermissible voltages

and currents upon occurrence of over voltages or over currents; the connected apparatuses are thus also not damaged in case of an inadvertent connection to supply voltages which are too large.

Mr. preference numerals:

Q1 field effect transistor

Q2 transistor

Q21 emitter of transistor Q2

Q22 base of transistor Q2

Q23 collector of transistor Q2

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 resistors

D1, D2, D3, D4 diodes

F1 fusible fuse

7,13, 14 voltage and current limiting device, four example Zener barrier

8,10 input connections of the safety barrier

9,11 outputs or, respectively, knots of the further protective device

12 common line, as ground line

15 consumer or, respectively, load

16, 17 output connectors of the safety barrier

18 knots

D drain of Q1

S source of Q1

G gate of Q1

$U_E$  input voltage

$U_A$  output voltage

$U_{ENEN}$  input nominal voltage

### **Patent claims:**

1. Safety barrier for limiting of current and voltage of an electrical consumer (15) connected downstream to the safety barrier, for example of a measurement value transmitter, with at least one input connector (8) and one output connector (16) as well as input connector and output connector (10, 17) of a common line (12), for example a ground line, wherein the safety barrier includes at least one voltage and current limiting device (7,13, 14), such as a Zener barrier and comprising at least one protective device (F1) as a fusible fuse, a voltage limiting device (D3) referring to the common line (12), a current limiting device (R6) connected to the output of the voltage limiting device (D3) as well as a further protective circuit (20), which further protective circuit (20) is disposed in front of the voltage and current limiting device (7,13, 14), wherein the further protective circuit (20) exhibits a field effect transistor (Q1) as a switching and/or regulating transistor, wherein the source drain leg (S-D) of the field effect transistor (Q1) is disposed between the input connector (8) and the

voltage and current limiting device (7,13, 14) and wherein the gate (G) is connected to the common line (12) through a resistor (R4) for feeding in the control voltage of the field effect transistor (Q1), wherein a second transistor (Q2) is connected to the input connector (8) and to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1), wherein the collector (Q23) is connected to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1) for influencing the control voltage of the switching and/or regulating transistor (Q1), and wherein the voltage (U9,11) is fed back to the base (Q22) of the second transistor (Q2) over a feedback resistor (R3) and after the switching and/or regulating transistor (Q1), wherein a voltage sensor circuit (D1,R5) is disposed between the base (Q22) of the second transistor (Q2) and the common line (12) for voltage detection, or

a longitudinal resistor (R1) as a current sensor is disposed between the input connector (8) and the source (S) of the switching and/or regulating transistor (Q1) for current capturing.

2. Safety barrier according to claim 1 characterized in that the longitudinal resistor (R1) as a current sensor and the voltage sensor circuit (D1,R5) are present simultaneously both for voltage detection as well as for current limitation.

3. Safety barrier according to claim 1 or 2 characterized in that the voltage sensor circuit (D1,R5) comprises a Zener diode or Diac diode (D1) and a resistor (R5) connected in series.

4. Safety barrier according to claim 1 characterized in that the feedback current is adjusted by way of the feedback resistor (R3) or the control and regulating circuit such that in case of over load there results a regulating down of the load current to a minimum value and a switching off of the current in the voltage and current limiting device (7,13, 14) is performed only upon application of a voltage (U8-10) larger than the input nominal voltage ( $U_{EN}$ ) and wherein an automatic switching on again is given upon following lowering of the supply voltage ( $U_E$ ) to the input nominal voltage ( $U_{EN}$ ).



5. Safety barrier according to claim 1 characterized in that a resistor (R2) is disposed between the base (Q22) of the transistor (Q2) and the source (S) of the switching and regulating transistor (Q1) in the further protective circuit (20) for reducing the feedback current.

6. Safety barrier according to one of the preceding claims, characterized in that the reference voltage or, respectively, the feedback voltage (U9-11;UA) of the feedback resistor (R3) is tappable both immediately after the drain (D) of the switching and/or regulating transistor (Q1) as well as at any arbitrary circuit point of the current path between the line points 9 and 16 and that the reference voltage or, respectively, the feedback voltage (U9-11;UA) of the feedback resistor (R3) is fed back to the base (Q22) of the second transistor (Q2).

7. Safety barrier according to one of the preceding claims characterized in that a Zener diode (D2) is disposed between the gate (G) and the source (S) of the switching and/or regulating transistor (Q1) parallel to the gate (G)

and to the source (S) of the switching and/or regulating transistor (Q1) for protecting the gate source leg (G-S).

8. Safety barrier according to one of the preceding claims characterized in that a Zener diode (D4) is connected in series with the resistor (R4) for reducing the gate control voltage of the switching and/or regulating transistor (Q1).

9. Safety barrier according to claims 7 and/or 8 characterized in that the Zener diodes D2 and/or D4 are integral components of the switching and/or regulating transistor (Q1).

10. Safety barrier according to claim 1 characterized in that the feedback resistor (R3) is replaced by a control or regulating circuit for adjusting the feedback current independent of the output voltage or, respectively, of the supply voltage.

11. Safety barrier according to claim 10 characterized in that the control or regulating circuit is a constant current circuit.

12. Safety barrier according to one of the preceding claims characterized in that the safety barrier includes a reset device, for example a key, for switching on again in the further protective circuit (20) after triggering of the switching off of the current in the voltage and current limiting device (7,13, 14).

13. Safety barrier according to claim 1 characterized in that the second transistor (Q2) is an electronic relay or field effect transistor or a thyristor.

14. Safety barrier according to claim 1 characterized in that a bipolar transistor or an electronic relay are employed instead of the field effect transistor.

15. Electrical protective circuit for limiting of current and voltage, as safety barrier, for protecting an electrical consumer (15), with at least one

input connection (8) and an output connection (9) as well as input connection and output connection (10, 11) of a common line (12), for example a ground line, wherein a voltage and current limiting device is disposed within the protective circuit, wherein the voltage and current limiting device includes a field effect transistor (Q1) as a switching and/or regulating transistor characterized in that

- the source-drain-legged (S-D) of the field effect transistor (Q1) is disposed between the input connector and the output connector (8,9) and the gate (G) is connected to the common line (12) through a resistor (R4) for feeding in off the control voltage of the field effect transistor (Q1) and wherein a second transistor (Q2) is connected to the input connector (8) and to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1), wherein the collector (Q23) of the second transistor (Q2) is connected to the gate (G) of the switching and/or regulating transistor (Q1) for influencing the control voltage of the switching and/or regulating transistor (Q1) and wherein the output voltage after the source-drain-legged (S-D) of the switching and/or regulating transistor (Q1) is fed back

at the output connector (9) to the base (Q22) of the second transistor (Q2) through a feedback resistor (R3), wherein a Zener diode (D1) is disposed between the base (Q22) of the second transistor (Q2) and the common line (12)

or

a resistor (R1) is disposed as a current sensor between the input connector (8) and the source (S) of the switching and/or regulating transistor (21) for current capturing.

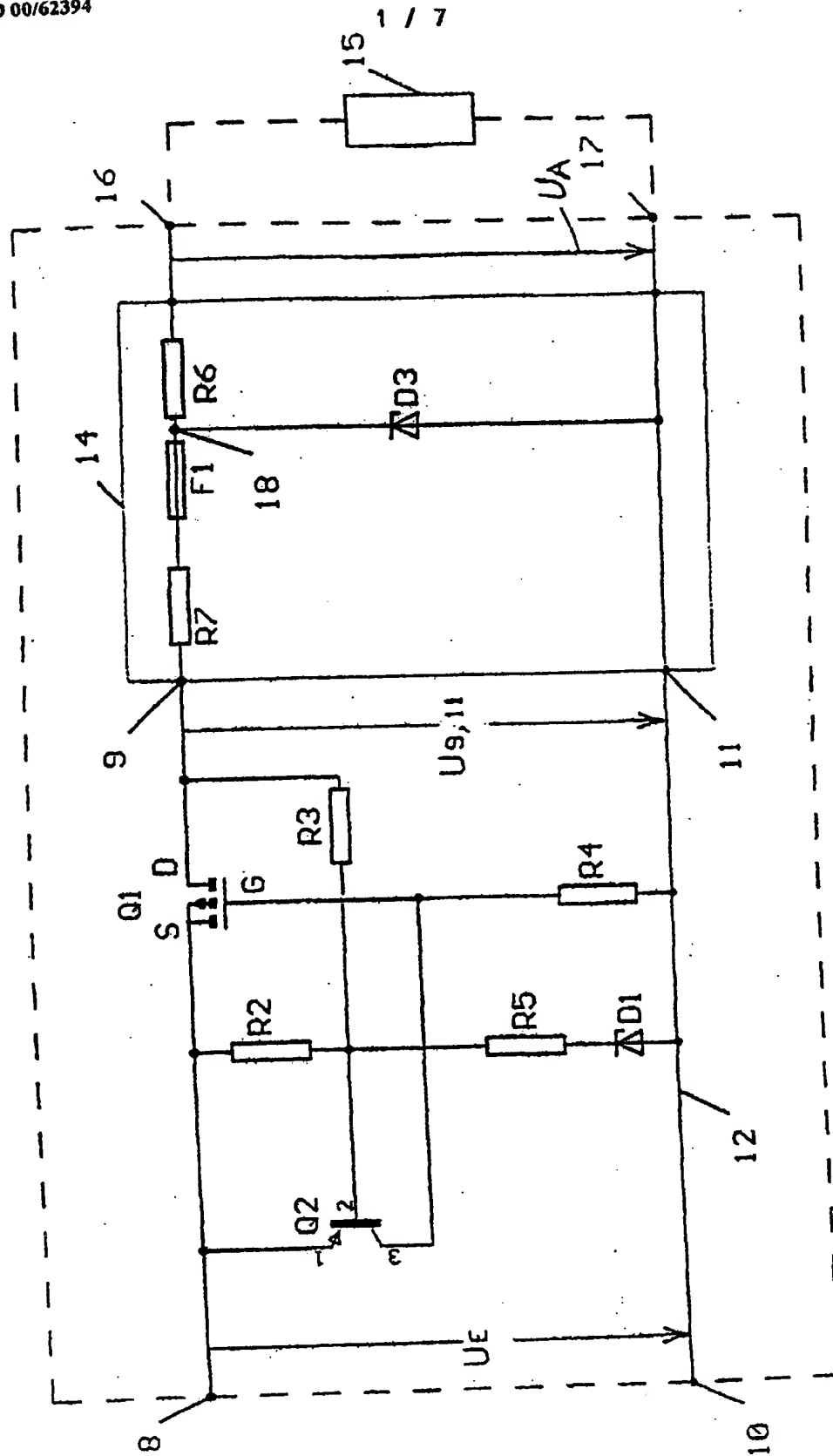


Fig. 1

Fig. 2

T 15

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 03 JUL 2001

PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>5616</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> <span style="float: right; font-size: small;">siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)</span>	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP00/02889</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>31/03/2000</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) <b>31/03/1999</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>H02H9/02</b>		
Anmelder <b>PEPPERL + FUCHS GMBH et al.</b>		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
  
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 22 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  <b>26/08/2000</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  <b>29.06.2001</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  <div style="display: flex; align-items: center;"> <div>             Europäisches Patentamt              D-80298 München              Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d              Fax: +49 89 2399 - 4465           </div> </div>	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Laub, C</b>  Tel. Nr. +49 89 2399 2507





**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

1-17 mit Telefax vom 19/04/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-14 mit Telefax vom 19/04/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

3/7-7/7 ursprüngliche Fassung

1/7,2/7 mit Telefax vom 19/04/2001

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- |                                     |               |         |    |
|-------------------------------------|---------------|---------|----|
| <input type="checkbox"/>            | Beschreibung, | Seiten: |    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ansprüche,    | Nr.:    | 15 |
| <input type="checkbox"/>            | Zeichnungen,  | Blatt:  |    |

5. ☒ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*  
**siehe Beiblatt**

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-14
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-14
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-14
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- 1) Das Dokument D1, welches eine Vorrichtung Isolatorbarriere offenbart, wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand der Ansprüche 1 und 15 angesehen. Es offenbart (vgl. Spalte:Zeile):

*Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers,*

*vgl. Zusammenfassung*

*mit mindestens einem Eingangsanschluß (8) und einem Ausgangsanschluß (16),*

*vgl. Fig. 1*

*wobei die Sicherheitseinrichtung wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14), wie Zenerbarriere, aufweist,*

*vgl. abstr; 2:12 ff, Fig. 1*

*eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung (R6),*

*vgl. Fig. 1*

*wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis des zweiten Transistors (Q2) und der gemeinsamen Leitung (12) eine Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) angeordnet ist.*

*vgl. 3:28 ff, Fig. 1*

- 2) Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich daher von der bekannten Vorrichtung dadurch, daß

*2.1 eine gemeinsame Leitung (12) mit gemeinsamem Eingangs- und Ausgangsanschluß (10,17) existiert,*

*2.2 die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung wenigstens eine Sicherungseinrichtung (F1), wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung (12) bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung (D3) umfaßt,*

- 2.3 eine weitere Schutzschaltung existiert, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist,*
  - 2.4 wobei die weitere Schutzschaltung einen Feldeffekttransistor (Q1) als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist,*
  - 2.5 dessen Source-Drainstrecke (S-D) zwischen dem Eingangsanschluß (8) und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist*
  - 2.6 und das Gate (G) zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors (91) über einen Widerstand (R4) mit der gemeinsamen Leitung (12) verbunden ist,*
  - 2.7 wobei an den Eingangsanschluß (8) und an das Gate (G) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein zweiter Transistor (Q2) angeschlossen ist,*
  - 2.8 dessen Kollektor zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) mit dem Gate (G) desselben verbunden ist,*
  - 2.9 und die Spannung ( $U_{9,11}$ ) nach der Source-Drain-Strecke (S-D) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) über einen Rückkopplungswiderstand (R3) auf die Basis des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist,*
  - 2.10 alternativ zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß (8) und der Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein Längswiderstand (R1) als Stromfühler angeordnet ist.*
- 3) Die Dokumente D2 und D3 beschreiben hinsichtlich der folgenden Merkmale dieselben Vorteile wie die vorliegende Anmeldung. Der Fachmann würde daher die Aufnahme dieser Merkmale in die in D1 beschriebene Vorrichtung als eine übliche konstruktive Maßnahme zur Lösung der gestellten Aufgabe ansehen:
- 2.1 vgl. D3, Fig.
  - 2.3 vgl. D2, Fig. 1
  - 2.4 vgl. D2, 10:15; D3, Fig.
  - 2.6 und

- 2.7 und
- 2.8 vgl. D3, Fig.
- 2.10 vgl. D3, 2:30, Fig

- 4) Die mit den Merkmalen 2.6 und 2.9 der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann darin gesehen werden, eine Verbesserung des Gesamtsystem-Regelverhaltens zu erreichen. Hinzu kommt, daß durch die Beschaltung von Q2, R3 und R4 nur ein kleiner Querstrom fließt und somit die Verlustleistung sehr gering gehalten werden kann.

Diese Aufgabe wird durch den Rückkopplungsmechanismus der vorgeschalteten U-I Begrenzung in Abhängigkeit von der Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 und der zusätzlichen Beschaltung durch R4 erfüllt. Aus diesem Grunde wird dieses Merkmal als erfinderisch gemäß Artikel 33(3) PCT angesehen.

- 5) Der auf Seite 7 benutzte Ausdruck "[...]erhöht sich der Rückkoppelstrom um das Verhältnis von zu Schutz der Gate-Source-Strecke [...]" ist nicht verständlich und läßt den Leser über die Bedeutung des betreffenden technischen Merkmals im Ungewissen.
- 6) Der Inhalt der ursprünglich eingereichten Beschreibung, Seite 6, Zeile 30 bis Seite 7, Zeile 26 wurde aus der aktuellen Beschreibung gestrichen. Es erscheint jedoch der Absatz auf Seite 7, Zeilen 20-26 für das Verständnis und die Funktion der Erfindung wesentlich (Regel 70.2(c) PCT).

### **Zu Punkt VII**

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

- 7) Der unabhängigen Anspruch ist nicht in der zweiteiligen Form nach Regel 6.3 b)

PCT abgefaßt. Im vorliegenden Fall erscheint die Zweiteilung jedoch zweckmäßig. Folglich sollten die in Verbindung miteinander aus dem Stand der Technik bekannten Merkmale im Oberbegriff zusammengefaßt (Regel 6.3 b) i) PCT) und die übrigen Merkmale im kennzeichnenden Teil aufgeführt werden (Regel 6.3 b) ii) PCT).

Im vorliegenden Fall sind die unter 2) ff aufgeführten Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung miteinander aus dem Dokument D1 bekannt und gehören daher in den Oberbegriff eines solchen Anspruchs

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

5616/30.03.01

- 1 neu -

Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung

## Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers, zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß einer gemeinsamen Leitung, beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens eine Schutzeinrichtung, wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung bezogene Spannungs-  
begrenzungseinrichtung eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strom-  
begrenzungseinrichtung sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist.

15

## Stand der Technik:

Viele elektrische Geräte oder Verbraucher müssen zur Vermeidung von Ausfällen, die zu Schäden führen können, gegen zu hohe Spannungen oder Ströme geschützt werden. Insbesondere sind derartige Schutzbeschaltungen in explosionsgefährdeten Bereichen notwendig.

20

Durch die EP 0 359 912 A1 ist eine Schaltungsanordnung für eine Sicherheitsbarriere gemäß der eingangs genannten Gattung zum Begrenzen von Strom und Spannung an einer in einen explosionsgefährdeten Bereich laufenden Zweidrahtleitung mit zwei Sicherungen bekannt geworden, mit einem zwei Eingangsanschlüssen aufweisenden Eingang, an dem eine Spannungsquelle anschließbar ist und einem zwei Ausgangsanschlüssen aufweisenden Ausgang, der mit der Zweidrahtleitung verbunden ist. An die Eingangsanschlüsse ist eine erste Spannungsbegrenzungsschaltung angeschlossen, welche eine erste Sicherung und eine erste Spannungsbegrenzungseinrichtung aufweist. Der Ausgang der Spannungsbegrenzungsschaltung ist mit einer Strombegrenzungsschaltung verbunden, wobei zumindest einige Teile der Schaltungsanordnung einschließlich der Sicherung unzugänglich in einem Gehäuse gekapselt sind. Zwischen dem Eingang und der ersten Spannungsbegrenzungsschaltung liegt eine Schaltung aus einer zweiten Sicherung und einer zweiten Spannungs-

35

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

5616/30.03.01

- 2 neu -

begrenzungseinrichtung die eine einer Zenerdiode ähnliche Charakteristik aufweist. Die erste Spannungsbegrenzungsschaltung ist eingangsseitig parallel zu der zweiten Spannungsbegrenzungseinrichtung geschaltet und über die zweite Sicherung mit dem Eingang verbunden, wobei zumindest die zweite Sicherung  
5 manuell zugänglich ist. Somit kann auch im Kurzschlußfall bei der Sicherheitseinrichtung die zugängliche Sicherung ausgetauscht werden. Nachteilig ist die Verwendung von zwei Sicherungen, von denen die eine beim Ansprechen der Sicherheitseinrichtung durchbrennt und manuell ausgewechselt werden muß. Ein selbstständiges Wiedereinschalten der Schaltungsanordnung  
10 ist nicht möglich.

Aus der DE-PS 36 22 268 (US-PS 4,831,484) ist eine Sicherheitsbarriere mit einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barriereneingang, einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barrierenausgang und einem in einer Verbindung zwischen dem  
15 Barriereneingang und dem -ausgang liegenden elektronischen Längssteuerglied mit einem Steuereingang bekannt geworden, wobei das Längssteuerglied ein Transistor sein kann. Eine am Eingang vorgesehene Sicherung in Verbindung mit spannungsbegrenzenden Zenerdioden dient dazu, die Ausgangsspannung dann abzuschalten, wenn die Spannung am Eingang der Sicherheitsbarriere die  
20 Sperrspannung der Zenerdioden überschreitet. Ansonsten würde ein Stromanstieg die Folge sein, der über dem Strom liegen würde, den die Sicherheitsbarriere bei maximal zulässiger Eingangsspannung an ihrem Ausgang zum Verbraucher abgeben darf. In diesem Fall löst die Sicherung aus und schaltet die Ausgangsspannung ab. Der im Kurzschlußfall auftretende maximale Ausgangsstrom liegt  
25 normalerweise unter dem Auslösestrom der Schmelzsicherung, so dass sie in diesem Fall normalerweise nicht anspricht. Liegt allerdings der maximale Ausgangsstrom oberhalb des Auslösestroms der Schmelzsicherung, so brennen irreparabel Bauelemente der Sicherheitsbarriere durch, so dass die nicht austauschbare Sicherung ihren Zweck nicht erfüllen kann.

30

Durch die EP 0 310 280 B1 ist eine Shuntdioden-Sicherheitsbarriere zum Anschluß an eine Spannungsversorgung bekannt geworden, mit einem Shuntdiodenmittel, einem Schmelzbauteil auf der Spannungsversorgungsseite der Shuntdiodenmittel, einem in Reihe mit dem Schmelzbauteil angeschlossenen und zur  
35 Schaltung in Reihe mit einer Last angeordneten Strombegrenzerkreis und mit



- 3 neu -

Wärmeschutzmittel, um eine Überhitzung der Barrierebauteile zu verhindern, wenn eine übermäßige Spannung angelegt wird. Der Strombegrenzerkreis ist in Reihe zwischen dem Schmelzbauteil und dem Shuntdiodermittel geschaltet und so angeordnet, dass das Schmelzbauteil gegen angelegte Spannungen größer als die normale maximale Arbeitsspannung geschützt ist. Das Wärmeschutzmittel innerhalb der Sicherheitsbarriere umfaßt eine Zenerdiode, die zwischen dem Schmelzbauteil und dem Strombegrenzerkreis angeschlossen ist. Diese Schaltung hat den Nachteil, dass sie einen hohen Querstrom und damit eine hohe Verlustleistung aufweist. Außerdem besitzt diese Schaltungsart einen erheblichen Längsspannungsabfall.

Durch die US-A-3 818 273 ist eine Sicherheitsbarriere mit zwei Transistoren zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitsbarriere nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß bekannt geworden, wobei die Sicherheitsbarriere wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, sowie eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung aufweist. Zur Spannungsdetektion ist zwischen der Basis des zweiten Transistors und einer gemeinsamen Leitung eine Spannungsfühlerschaltung vorgesehen. Nachteilig ist, daß die Schaltung, welche für einige 10V ausgelegt ist, einen erheblichen Querstrom aufweist, weil am Eingang der Schaltung ein Spannungsteiler aus zwei Widerständen angeordnet ist, zwischen denen über eine Diode die Basis des ersten Transistors angeschlossen ist. Über diesen Spannungsteiler fließt ein dauernder Querstrom.

Durch die WO 92/02066 ist eine Zweidraht-Einrichtung zum Schutz einer dieser Einrichtung nachgeschalteten Prozeßkontrolleinrichtung bekannt geworden, wobei die Einrichtung einen Stromkreis zum Schutz gegen Überströme oder Rückströme aufweist. Hierzu besitzt die Einrichtung zwei Stromfühlsensoren, welche Schaltkreise mit variablen Impedanzen ansteuern, die ihrerseits die Ausgangsströme begrenzen, welche danach der Prozeßkontrolleinrichtung zugeführt werden.

Durch die DE 38 01 250 ist schließlich eine Schaltungsanordnung für eine Strombegrenzung zum Vorschalten vor über die Teilnehmerleitung gespeisten

digitalen Fernsprechengeräten bekannt geworden. In einem Längszweig der Schaltungsanordnung ist ein Feldeffekttransistor angeordnet, dessen Durchgang über sein Gate in Abhängigkeit sowohl der von der anliegenden Speisespannung abhängigen Durchsteuerung eines Transistors als auch von der Ladung eines Kondensators gesteuert wird.

#### Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sicherheitseinrichtung der genannten Gattung zum Schutz einer Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere oder einer anderen zu schützenden Schaltung zu schaffen, wobei die Sicherheitseinrichtung bei Überspannung die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung vor Zerstörung schützen soll wie die Sicherheitseinrichtung insbesondere auch eine geringe Verlustleistung aufweisen soll, wobei Spannungsverluste wie auch Querströme nur gering sein sollen.

15

#### Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers, zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß einer gemeinsamen Leitung, beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens eine Schutz- einrichtung, wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist, wobei die weitere Schutzschaltung einen Feldeffekttransistor als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist und das Gate zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß und an das Gate des Schalt- und/oder Regeltransistors ein zweiter Transistor angeschlossen ist, dessen Kollektor zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors mit dem Gate desselben

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

5616/30.03.01

- 5 neu -

- verbunden ist, und die Spannung nach dem Schalt- und/oder Regeltransistor nach dessen Drain zwischen den Ausgängen der weiteren Schutzschaltung über einen Rückkopplungswiderstand auf die Basis des zweiten Transistors rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis des zweiten
- 5 Transistors und der gemeinsamen Leitung eine Spannungsfühlerschaltung angeordnet oder zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß und der Source des Schalt- und/oder Regeltransistors ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet ist.
- 10 Die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung dient vorteilhaft zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung als auch zur Überstromabschaltung bzw. -begrenzung. Vorteilhaft kommt die Schutzschaltung ohne eine auswechselbare Sicherung aus. Somit ist gewährleistet, dass die unzugängliche Sicherung der
- 15 Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, die eine Zenerbarriere beinhalten kann, bei Auftreten einer Überspannung nicht zerstört wird. Damit können vorteilhaft sowohl die Ex-Anforderungen einer Sicherheitseinrichtung als auch die Anforderungen einer bedienungsfreien elektronischen Sicherung kombiniert werden.
- 20 Insbesondere weist die Sicherheitseinrichtung eine geringe Verlustleistung auf, da sie nahezu keinen Querstrom im Bereich der Betriebsspannung und nur einen sehr geringen Spannungsabfall über dem Schalt- und/oder Regeltransistor, also Längsspannungsabfall, besitzt. Ebenso weist die Sicherheitseinrichtung eine geringe Verlustleistung in ihrem abschaltenden Zustand und gegebenenfalls
- 25 rückgeregelten Zustand auf. Die Sicherheitseinrichtung ist mit diskreten Bauelementen preislich günstig herzustellen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- Es sind vorteilhaft drei eng miteinander verwandte Grundschaltungen der
- 30 weiteren Schutzschaltung der Sicherheitseinrichtung gegeben. Entweder ist zur Stromerfassung zwischen dem Eingangsanschluß und der Source des Schalt- und/oder Regeltransistor ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet. Die Einleitung der Abschaltung oder Regelung wird über die Widerstände R1 bis R3 ausgelöst und erfolgt durch den Laststrom im Leitungspunkt 9, welcher in die
- 35 Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung fließt. Diese Schaltung ist dort

- 6 neu -

zweckmäßigerweise anzuwenden, wo zu hohe Lastströme vermieden werden sollen.

5 Oderzwischen der Basis des zweiten Transistors und der gemeinsamen Leitung ist zur Spannungsdetektion eine Spannungsfühlerschaltung unter Weglassung des stromführenden Längswiderstandes angeordnet. Diese Schaltung ohne stromführenden Längswiderstand dient hauptsächlich der Überspannungsabschaltung bzw. Überspannungsbegrenzung. Die Einleitung der Abschaltung oder  
10 Regelung wird über den Widerstand R5 und die Diode D1 ausgelöst und erfolgt über die Eingangsspannung UE. Der Hauptvorteil dieser Schaltung liegt darin, daß der Spannungsabfall der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann, was kleine Verlustleistungen bedingt (s. Figur 7).

15 Falls die Schutzschaltung gleichzeitig sowohl zur Spannungs- als auch zur Strombegrenzung dienen soll, sind sowohl der Längswiderstand R1 als Stromfühler als auch die Spannungsfühlerschaltung als Spannungsdetektor vorhanden, so dass vorteilhaft Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung und Überstromabschaltung bzw. -begrenzung kombiniert sind.

20 In der Spannungsfühlerschaltung kann eine Zener- oder Diacdiode als Spannungsdetektor dienen, der ein Widerstand R5 in Reihe geschaltet ist. Sofern abschaltende Eigenschaften dieser weiteren Schutzschaltung erwünscht sind, ist zur Verringerung des dann erforderlichen Rückkopplungsstromes zwischen die Basis des Transistors Q2 und Source des Schalt- und/oder Regeltransistor  
25 Q1 ein Widerstand R2 gelegt. Die Größe dieses Widerstandes bestimmt den erforderlichen Rückkopplungsstrom. Der Wert des Widerstandes R2 kann zwischen Null bis  $\infty$  liegen.

30 Zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung kann der Rückkopplungswiderstand durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt sein, die zum Beispiel eine Konstantstromschaltung sein kann, um den maximalen Rückkoppelstrom unabhängig von der Ausgangsspannung bzw. Versorgungsspannung einstellen zu können.

- 7 neu -

In höchst vorteilhafter Ausgestaltung der Sicherheitseinrichtung wird der Rückkopplungsstrom mittels des Rückkopplungswiderstandes oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt, dass sich bei Überlast ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim Anlegen einer Spannung größer als die Eingangsnennspannung ein Abschalten des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung erfolgt und ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschliessenden Absenken der Versorgungsspannung auf Eingangsnennspannung gegeben ist. Dadurch ist der Vorteil gegeben, dass die Sicherheitseinrichtung nach ihrem Ansprechen bzw. nach dem Abschalten der Last selbstständig wieder einzuschalten imstande ist, sobald die Überspannung bzw. der Überstrom auf die Eingangsnominalspannung bzw. den Nominalstrom zurückgegangen ist.

Zur Verringerung des Rückkopplungsstromes in der weiteren Schutzschaltung kann ein Widerstand zwischen die Basis des Transistors Q2 und Source des Schalt- und/oder Regeltransistors Q1 gelegt sein.

Die Rückkopplungsspannung des Rückkopplungswiderstandes kann sowohl direkt nach dem Drain des Schalt- und/oder Regeltransistors als auch an jedem beliebigen Schaltungspunkt des Stromweges zwischen den Leitungspunkten 9 und 16 (Figur 1) abgreifbar und auf die Basis des zweiten Transistors rückgekoppelt sein.

Die Sicherheitseinrichtung kann zum Beispiel einen Rückkopplungswiderstand solcher Größe aufweisen, dass sich beim Betrieb mit Nennspannung ein auf einen Bruchteil des zu begrenzenden Laststromes aberegelter Rücklaufstrom ergibt. Bei Eingangsnennspannung und auftretendem Überstrom schaltet die Sicherheitseinrichtung dann nicht ab; bei Vorhandensein einer Überspannung erhöht sich der Rückkoppelstrom um das Verhältnis von Eingangsspannung zu Schutz der Gate-Source-Strecke gelegt. Oder zur Verringerung der Gate-Ansteuerspannung ist eine Zenerdiode in Reihe mit dem Widerstand R4 geschaltet. Je nach ausgewähltem Feldeffekttransistor schützen diese Zenerdioden vor zu großen Steuerspannungen am Gate. Die Zenerdioden können auch integraler Bestandteil des Schalt- und/oder Regeltransistor sein.

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

6616/30.03.01

- 8 neu -

Die Sicherheitseinrichtung bzw. Schutzschaltung kann eine Reset-Einrichtung, wie Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung aufweisen, falls die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung auslösen sollte. Das kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn die Rückkopplung so eingestellt ist, dass die Schutzschaltung beim Ansprechen die nachfolgende zu schützende Schaltung bzw. Last von der Versorgungsspannung bleibend trennt.

Des Weiteren kann in der Sicherheitseinrichtung bzw. Schutzschaltung statt des Feldeffekttransistors als Schalt- und/oder Regeltransistor ein bipolarer Transistor eingesetzt werden, dessen Kollektor-Emitterstrecke-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und dem Ausgangsanschluß der weiteren Schutzschaltung - bezogen auf Figur 1 am Knoten 9 - angeordnet ist und dessen Basis zur Zuführung der Basis-Steuerspannung über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist.

15

Innerhalb der Sicherheitseinrichtung kann als Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung jede beliebige derartige Einrichtung angeordnet sein, beispielsweise eine Zenerbarriere in bekannter oder anderer Ausführung, wie auch die Schutzeinrichtung beliebig sein kann, zum Beispiel eine Schmelzsicherung. Soll die Sicherheitseinrichtung für einen explosionsgefährdeten Bereich zum Einsatz gelangen, so ist in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung der Sicherheitseinrichtung eine Schmelzsicherung zusammen gewöhnlich mit einer Zenerbarriere kombiniert.

25 Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung wie des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 2 ein Schaltbild einer weiteren Sicherheitseinrichtung mit stromfühlen- den Widerstand vorzugsweise zur Überstromabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung oder andere zu schützende Schaltung oder des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 3 ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung mit der Kombination von Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsab-

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

5516/30.03.01

- 9 neu -

schaltung bzw. -begrenzung, wobei hier in der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors zusätzlich eine Zenerdiode angeordnet ist

Figur 4 das Schaltbild der Sicherheitseinrichtung nach Figur 3 mit nachgeschaltetem Verbraucher, wobei der Rückkopplungswiderstand nach der Sicherheitseinrichtung angeschlossen ist

Figur 5 eine weitere technische Ausführung der Sicherheitseinrichtung

Figur 6 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 2 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes und

Figur 7 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 1 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

Figur 1 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung 19, die zur Spannungsdetektion dient und vorzugsweise eine Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitseinrichtung 19 selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Die Sicherheitseinrichtung 19, die prinzipiell in eine Zweidrahtleitung eingefügt sein kann, besitzt wenigstens zwei Eingangsanschlüsse 8, 10 und wenigstens zwei Ausgangsanschlüsse 16 und 17, wobei Eingangsanschluss 10 und Ausgangsanschluss 17 zu einer gemeinsamen Leitung 12 gehören, beispielsweise Masseleitung, bzw. zusammenfallen können. An die Ausgangsanschlüsse 16, 17 ist ein elektrischer Verbraucher 15 anschließbar.

Die gestrichelt umrandete Sicherheitseinrichtung 19 besteht prinzipiell aus einer in der Leitung 8-9-16 liegenden Sicherung F1, die vorzugsweise eine Schmelzsicherung ist, sowie einer von einem Knoten 18 der Leitung 8-9-16 auf die gemeinsame Leitung 12 bezogenen Spannungsbegrenzungseinrichtung, welche durch die Zenerdiode D3 symbolisiert ist; es können auch eine Mehrzahl von parallel geschalteten Dioden oder sonstige bekannte Barrieren, wie Zenerbarrieren, zur Anwendung gelangen. Nach dem Anschlußknoten 18 in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung folgt eine Strombegrenzungseinrichtung, die in Reihe mit der Sicherung F1 liegt und durch den Widerstand R6 symbolisiert ist. Vorzugsweise kann der Sicherung F1 vor

- 10 neu -

dem Anschlußknoten in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung ein Widerstand R7 in Reihe geschaltet sein. Diese Spannungsbegrenzungseinrichtung ist in Figur 1 voll umrandet mit der Bezugsziffer 14 bezeichnet.

5

Vor der Sicherung F1 ist eine weitere, zweite Schutzschaltung 20 angeordnet, deren Bauelemente teilweise parallel den Eingangsanschlüssen 8, 10 und teilweise in Reihe mit der Sicherung F1 innerhalb der Leitung 8-9-16 oder auch 10-17 angeordnet sind und die ebenfalls eine Spannungs- und/oder Strombegrenzungsschaltung darstellt. Die Spannungs- und/oder Strombegrenzungsschaltung weist prinzipiell einen Feldeffekttransistor Q1 als Schalt- und/oder Regeltransistor auf, der als Längssteuerglied in den Figuren 1, 2 oder 3 als Schalt- und/oder Regeltransistor betrieben wird. Dazu liegt der Feldeffekttransistor Q1 mit seiner Source-Drain-Strecke längs zwischen dem Eingangsanschluß 8 und dem Knoten 9 und vor der Sicherung F1, wobei Source mit dem  
15 Eingangsanschluß 8 und Drain mit dem Knoten 9 verbunden ist. Das Gate G des Schalttransistors Q1 ist zur Zuführung der Steuerspannung über einen Widerstand R4 mit der gemeinsamen Leitung 12 verbunden.

20 Vor der Source-Gate-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist ein zweiter Transistor Q2 angeordnet, dessen Ausgang, hier der Kollektor Q2<sub>3</sub>, zur Beeinflussung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Gate G desselben verbunden ist. Der Emitter Q2<sub>1</sub> des Transistor Q2 ist mit dem Eingangsanschluß 8 verbunden. Die Spannung bzw. der Strom nach der Source-  
25 Drain-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist über einen Rückkopplungswiderstand R3 am Knoten 9 auf die Basis Q2<sub>2</sub> des zweiten Transistors Q2 zu dessen Ansteuerung rückgekoppelt.

Zwischen der Basis Q2<sub>2</sub> des Transistors Q2 und der gemeinsamen Leitung 12 ist  
30 eine Zenerdiode D1 mit ihrer Anode auf die Leitung 12 geschaltet, wobei in Reihe mit der Zenerdiode D1 ein Widerstand R5 liegt, der optional sein kann. Auf der Seite der Source S des Feldeffekttransistors Q1 und der Basis von Q2 kann ein Widerstand R2 angeordnet sein, dessen Dimensionierung so gewählt ist, dass er zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rück-  
35 kopplungswiderstand R3 dient.



- 11 neu -

Die Auslösung dieser Spannungsbegrenzungs-Schutzschaltung erfolgt durch eine Überspannung direkt, wodurch der Strom in der nachgeschalteten Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung D3, R6 mit vorzugsweise unzugänglicher Schmelzsicherung F1 gar nicht erst unzulässig ansteigen kann. Es wird somit die Abschaltung oder Rückregelung über die Zenrdiode D1 und den Widerstand R5 durch eine zu hohe Versorgungsspannung direkt eingeleitet. Die Einleitung der Abschaltung oder Rückregelung erfolgt somit ausschließlich über die Eingangsspannung  $U_E$  über den Eingängen 8, 10. Der Hauptvorteil liegt darin, dass der Spannungsabfall und somit die Verlustleistung der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann. Zum Beispiel sind die folgenden Werte vorteilhaft: Bei  $R_{ON} = 0,2 \text{ Ohm}$  und  $J_a = 100 \text{ mA}$  ergibt sich ein  $V_{Rest} = 20 \text{ mV}$ .

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung die zur Strombegrenzung dient und eine Stromabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitseinrichtung selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Mit dem Eingangsanschluß 8 ist ebenso ein Widerstand R1 verbunden, dessen anderes Ende mit Source S des Feldeffekttransistors Q1 verbunden ist. Dieser Widerstand R1 dient als Stromfühler zum Erkennen von unzulässig hohen Strömen. Ebenso kann zwischen R1 auf der Seite der Source S und der Basis von Q2 der Widerstand R2 vorhanden sein, der auch hier zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rückkopplungswiderstand R3 dient.

Die Schaltung ist im Normalbetrieb so ausgelegt, dass der Feldeffekttransistor Q1 über den Widerstand R4 eine Steuerspannung von der Versorgungsspannung erhält und im EIN-Zustand gehalten ist, so dass der Drainstrom durch den Stromfühler-Widerstand R1 und den Schalttransistor Q1 fließt. In diesem Zustand fließt nahezu keine Steuerstrom und somit auch kein Querstrom in das Gate, der den Meßwert des Stromes einer eventuellen Meßstrecke verfälschen könnte. Der stromführende Widerstand R1 steuert über den Widerstand R3 die Basis Q2 des Transistors Q2 an, der im Normalbetrieb gesperrt ist.

Steigt der Strom im Widerstand R1 auf einen Wert oberhalb der Steuerspannung  $U_{BE}$  von Q2 an, z.B. auf 0,6 V, - zum Beispiel steigt bei Überspannung der Querstrom in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7 an - wird

- 12 neu -

zusätzlich über den Rückkopplungswiderstand R3 auf die Basis Q2 des Transistors Q2 eine entsprechend anwachsende UBE-Spannung rückgekoppelt, so dass der Transistor Q2 leitend wird. Dadurch sinkt die Steuerspannung des Gates G des Feldeffekttransistors Q1, so dass der Drainstrom abgeschaltet bzw. 5 abgeregelt und damit der Ausgangsstrom der Schutzschaltung abgeschaltet bzw. abgeregelt wird und nicht weiter ansteigen kann (Konstantstrom). Damit stellt sich ein Kipp- oder Regelverhalten in Abhängigkeit von der Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 ein, weshalb durch R3 die Eigenschaften der Schutzschaltung als Regler oder als Schalter eingestellt werden 10 kann.

Im abgeschalteten Zustand der weiteren Schutzschaltung fließt ein geringer Haltestrom, nämlich Fühler- oder Reststrom, über den Rückkopplungswiderstand R3 und den Widerstand R2, so vorhanden, an die Ausgänge 9, 11. Da diese 15 Widerstände R2 und R3 entsprechend groß ausgelegt werden können, kann dieser Reststrom leicht von der zu schützenden Elektronik aufgenommen werden, zum Beispiel durch ihre eigene Stromaufnahme oder von einer Zenerdiode.

Bei der Auslegung der weiteren Schutzschaltung gemäß Figur 2 ist zu beachten, dass eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, zum Beispiel Zenerbarriere, eine spannungsabhängige Last darstellt, d. h. ein Überstrom wird unmittelbar durch eine Überspannung an der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung verursacht und erst dadurch die Abschaltung der weiteren 25 Schutzschaltung eingeleitet. Ein Kurzschluss nach der Sicherheitseinrichtung bzw. der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung bzw. Zenerbarriere ist bei der Dimensionierung nicht zu berücksichtigen, weil die Sicherung F1 bei den Sicherheitseinrichtung bisherigen Auslegungen nicht auslösen darf. Der Abschaltstrom der weiteren Schutzschaltung wird ausschließlich zum Schutz 30 der Sicherung F1 innerhalb der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausgelegt.

Darüber hinaus sind zusätzlich noch Auslegungen der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung möglich, wie sie bisher im Stand der Technik 35 vermieden wurden. Die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R6

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

5616/30.03.01

- 13 neu -

muss so dimensioniert werden, dass die nicht auswechselbare Sicherung F1 bei Kurzschluss am Ausgang nicht zerstört wurde. Da jetzt ein zusätzlicher Stromschutz für die Sicherung F1 vorgesehen ist, kann die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R6 der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausschließlich nach EX-Bedingungen dimensioniert werden. So kann z.B. ein niedrigerer Widerstand R6 eine größere Ausgangsleistung als bisher zur Verfügung stellen, ohne dass gleichzeitig die Sicherung F1 und die Zenerdiode D3 oder mehrere derartiger Dioden innerhalb der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 verstärkt werden müssen, was eine größere abführbare Leistung im Normalbetrieb bedeutet. Insbesondere sind derartige verbesserte EX-Bedingungen vorteilhaft, wenn an die Sicherheitseinrichtung eine insbesondere nichtlineare Last 15 angeschlossen ist.

Figur 3 zeigt eine Sicherheitseinrichtung in Kombination von Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung der Figuren 1 und 2 zum Schutz der Spannungs-Strombegrenzungseinrichtung 7 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der stromführende Widerstand R1 und die Zenerdiode D1 der Figuren 1 und 2 sind vorhanden, so dass die Funktionen aus den Schaltungen der Figuren 1 und 2 zusammen vorhanden sind. Zusätzlich liegt hierin der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Widerstand R4 in Reihe eine Zenerdiode D4, die optional ist.

Des Weiteren ist in Figur 3 parallel zu Gate G und Source S des Feldeffekttransistors Q1 zwischen Gate und Source desselben zum Schutz der Gate-Source-Strecke G-S eine Zenerdiode D2 gelegt, die auch integraler Bestandteil des Feldeffekttransistors Q1 sein kann.

Figur 4 zeigt das Schaltbild der Sicherheitseinrichtung gemäß Figur 3 zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der Rückkopplungswiderstand R3 ist erst nach der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 an deren Ausgang 16 angeschlossen.

Figur 5 zeigt eine weitere technische Ausgestaltung der Schutzschaltung, wobei hier parallel zur Source-Gate-Strecke des Schalt- und/oder Regeltransistors Q1

- 14 neu -

die Diode D2 ohne der Diode D4 vorhanden ist, ansonsten aber die Schutzschaltung derjenigen in Figur 3 entspricht.

5 Zur Einstellung des Rückkoppelstromes kann, unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung, der Rückkopplungswiderstand R3 durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt werden, die auch eine Konstantstromschaltung sein kann.

10 Der Rückkopplungsstrom kann mittels des Rückkopplungswiderstandes R3 oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt werden, dass sich bei Überlast ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim Anlegen einer Spannung größer als die Nennspannung ein Abschalten des Laststromes erfolgt und somit ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschließenden Absenken der Versorgungsspannung auf Nennspannung gegeben ist.

15

Damit die weitere Schutzschaltung 20 nach dem Ansprechen bzw. Auslösen wieder selbsttätig einschalten kann, müssen gewisse Dimensionierungsbedingungen für den Rückkopplungswiderstand R3 eingehalten werden. Die untere Grenze für die Dimensionierung des Widerstands R3 ist dadurch gegeben, dass  
20 der Spannungsabfall über den Widerstand R2 innerhalb des Spannungsteilers R2, R3 kleiner bleibt als U<sub>BE</sub> des Transistors Q2, der ansonsten öffnen würde. Die obere Grenze für die Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 ist anwendungsspezifisch beliebig hoch, das heißt, dass der Rückkopplungswiderstand R3 gegen Unendlich gehen kann, wobei sich in diesem Fall ein  
25 Konstantstromverhalten einstellt.

In der Figur 6 sind verschiedene Schaubilder a) bis e) dargestellt, wobei sich diese Figur 6 auf die Sicherheitseinrichtung der Figur 2 bezieht. In den Schaubildern a) bis d) ist jeweils die Spannung U<sub>9-11</sub> sowie die Verlustleistung über  
30 dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf aufgetragen; Parameter ist ein veränderter Wert für den Rückkopplungswiderstand R3 bei einer bestimmten ausgewählten Dimensionierung der übrigen Bauelemente. Wird der Rückkopplungswiderstand R3 unter einen bestimmten Wert gewählt, so kann die weitere Schaltung nach Ansprechen nicht mehr selbsttätig

- 15 neu -

einschalten, was hier beispielsweise bei einem Wert von R3 von 150 KΩ der Fall ist. Bei einem Wert von cirka 250 KΩ oder 330 KΩ schaltet die weitere Schaltung nach ihrem Ansprechen wieder selbsttätig ein, was in den Schaubildern b) und c) gezeigt ist. Wird der Widerstand R3 über eine bestimmte Grenze hinaus dimensioniert, so stellt sich in Folge der spannungsbegrenzenden Wirkung der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 eine konstante Ausgangsspannung ein, was im Schaubild d) gezeigt ist. Hier allerdings wächst die Verlustleistung der weiteren Schaltung überproportional an.

- 10 Figur 7 zeigt verschiedene, der Figur 6 ähnliche Schaubilder a) bis e), die sich auf die Sicherheitseinrichtung der Figur 1 beziehen. Es sind die Spannungsverläufe U9-11 sowie die Verlustleistungen über dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf beim Auslösen der Sicherheitseinrichtung bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes dargestellt. Bei
- 15 kleinen Werten des Rückkopplungswiderstandes, zum Beispiel 150 kΩ bei ansonsten bestimmter ausgewählter Dimensionierung der übrigen Bauelemente, schaltet die Sicherheitseinrichtung nach ihrer Auslösung, wenn die Spannung auf die Eingangsnennspannung U<sub>ENEN</sub> gesunken ist, nicht mehr ein. Bei größeren Werten hingegen, beispielsweise ab R3=250Ω, schaltet die
- 20 Sicherheitseinrichtung höchst vorteilhaft wieder selbsttätig ein, wenn die auslösende, gefährdende Spannung auf die Eingangsnennspannung U<sub>ENEN</sub> gesunken ist. Das ist auch bei sehr großen Werten von R3 der Fall. Aus den Schaubildern ist noch ersichtlich, dass tatsächlich die Verlustleistung der Sicherheitseinrichtung in allen zu betrachtenden Fällen äußerst gering ist.

25

Nachstehend ist ein Beispiel für eine "grobe" Dimensionierung (Fein-Dimensionierung erfolgt mit Simulator Programm) der Widerstände R1, R2 und R3 zur Anpassung der Strombegrenzer-Kippstufe angegeben, wobei hier die Variante Abschalten betrachtet wird (nicht kippen):

30

$$U_{BEQ2} = (U_E \cdot (R_1 + R_2)) / (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow R_3 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) \cdot (R_1 + R_2)$$

Definiert I<sub>max</sub> in Q<sub>1</sub> = 50 mA

$$R_1 = 0.5V / 50mA = 10 \Omega$$

\* U<sub>BEQ2</sub> mit 0.5 V angenommen

- 16 neu -

Für ein gewünschtes Wieder-Einschalten wird der Kurzschluß-Strom für Nominal-Eingangsspannung  $U_{ENEN}$  auf ca. 10% von  $I_{max}$  festgelegt:

$$U_{R1} = 10 \Omega \cdot 5 \text{ mA} = 50 \text{ mV}$$

$$U_{R2} = 0.5 \text{ V} - 0.05 \text{ V} = 0.45 \text{ V}$$

5

Definition des Querstroms durch  $R_3 \approx R_2 = 30 \mu\text{A}$

$$R_2 = 0.45 \text{ V} / 30 \mu\text{A} = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) \cdot (R_1 + R_2) = (8 \text{ V}^{**} / 0.5 \text{ V} - 1) \cdot (10 \Omega + 15 \text{ k}\Omega) = \underline{\underline{225 \text{ k}\Omega}}$$

10 \*\* angenommen f. Ex

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Der Gegenstand der Erfindung ist als Sicherheitseinrichtung insbesondere für explosionsgeschützte Räume, gewerblich anwendbar sowie die weitere Schutz-

15 schaltung auch überall dort, wo ein elektrisches Gerät vor einer Überspannung oder einem Überstrom geschützt werden soll. Die weitere Schutzschaltung allein kann vorteilhaft auch als elektrische bzw. elektronische Vorschaltsicherung eingesetzt werden, indem sie beim Auftreten von Überspannungen oder Über-

20 strömen nachgeschaltete elektrische Geräte vor unzulässigen Spannungen und Strömen schützt; die angeschlossenen Geräte werden somit auch beim versehentlichen Anschließen an zu große Versorgungsspannungen nicht beschädigt.

- 17 neu -

## Liste der Bezugszeichen:

	Q1	Feldeffekttransistor
	Q2	Transistor
5	Q2 <sub>1</sub>	Emitter des Transistors Q2
	Q2 <sub>2</sub>	Basis des Transistors Q2
	Q2 <sub>3</sub>	Kollektor des Transistors Q2
	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7	Widerstände
	D1, D2, D3, D4	Dioden
10	F1	Schmelzsicherung
	7, 13, 14	Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, zum Beispiel Zenerbarriere
	8, 10	Eingangsanschlüsse der <u>Sicherheitseinrichtung</u>
	9, 11	Ausgänge bzw. Knoten der weiteren
15		Schutzschaltung
	12	gemeinsame Leitung, wie Masseleitung
	15	Verbraucher bzw. Last
	16, 17	Ausgangsanschlüsse der <u>Sicherheitseinrichtung</u>
20	18	Knoten
	19	<u>Sicherheitseinrichtung</u>
	20	weitere Schutzschaltung
	D	Drain von Q1
	S	Source von Q1
25	G	Gate von Q1
	U <sub>E</sub>	Eingangsspannung
	U <sub>A</sub>	Ausgangsspannung
	U <sub>ENEN</sub>	Eingangsnennspannung

30

19-04-2001

PCT/EP00/02889

CLMS

5616/80.03.01

- 18 neu -

## Patentansprüche:

1. Sicherheitseinrichtung(19) zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung (19) nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers (15), zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß (8) und einem Ausgangsanschluß (16) sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß (10,17) einer gemeinsamen Leitung (12), beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung (19) wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14), wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens eine Schutzeinrichtung (F1), wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung (12) bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung (D3), eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung (R6) sowie eine weitere Schutzschaltung (20), welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist, wobei die weitere Schutzschaltung (20) einen Feldeffekttransistor (Q1) als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke (S-D) zwischen dem Eingangsanschluß (8) und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist und das Gate (G) zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors (Q1) über einen Widerstand (R4) mit der gemeinsamen Leitung(12) verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß (8) und an das Gate (G) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein zweiter Transistor (Q2) angeschlossen ist, dessen Kollektor (Q23) zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) mit dem Gate (G) desselben verbunden ist, und die Spannung (U9,11) nach dem Schalt- und/oder Regeltransistor (Q1) nach dessen Drain (D) zwischen den Ausgängen (9,11) der weiteren Schutzschaltung (20) über einen Rückkopplungswiderstand (R3) auf die Basis (Q22) des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis (Q22) des zweiten Transistors (Q2) und der gemeinsamen Leitung(12) eine Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) angeordnet ist
- oder
- zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß (8) und der Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein Längswiderstand (R1) als Stromfühler angeordnet ist.



19-04-2001

PCT/EP00/02889

CLMS

5816/30.03.01

- 19 neu -

2. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass betreffend die weitere Schutzschaltung (20) gleichzeitig sowohl zur  
Spannungsdetektion als auch zur Strombegrenzung der Längswiderstand (R1)  
als Stromfühler und die Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) als Spannungs-  
5 detektor vorhanden sind.

3. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) eine Zener- oder Diacdiode (D1) und  
einen Widerstand (R5) in Reihe geschaltet umfasst.

10

4. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Rückkopplungsstrom mittels des Rückkopplungswiderstandes (R3) oder  
der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt ist, dass sich bei Überlast ein  
Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim Anle-  
15 gen einer Spannung ( $U_{8-10}$ ) größer als die Eingangsnennspannung ( $U_{EN}$ ) ein  
Abschalten des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung  
(7,13,14) erfolgt und ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschlies-  
senden Absenken der Versorgungsspannung (UE) auf Eingangsnennspannung  
( $U_{EN}$ ) gegeben ist.

20

5. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Verringerung des Rückkopplungsstromes in der weiteren Schutz-  
schaltung (20) ein Widerstand (R2) zwischen die Basis (Q2<sub>2</sub>) des Transistors  
(Q2) und Source (S) des Schalt- und Regeltransistors (Q1) gelegt ist.

25

6. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bezugsspannung bzw. Rückkopplungsspannung ( $U_{9-11;U_A}$ ) des  
Rückkopplungswiderstandes (R3) sowohl direkt nach dem Drain (D) des Schalt-  
und/oder Regeltransistors (Q1) als auch an jedem beliebigen Schaltungspunkt  
30 des Stromweges zwischen den Leitungspunkten 9 und 16 abgreifbar und auf die  
Basis (Q2<sub>2</sub>) des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist.

35

19-04-2001

PCT/EP00/02889

CLMS

5616/30.03.01

- 20 neu -

7. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu Gate (G) und Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) zwischen Gate (G) und Source (S) desselben eine Zenerdiode(D2) zum Schutz der Gate-Source-Strecke (G-S) gelegt ist.

5

8. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verringerung der Gate-Ansteuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) eine Zenerdiode(D4) in Reihe mit dem Widerstand(R4) geschaltet ist.

10

9. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zenerdioden D2 und/oder D4 integrale Bestandteile des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) sind.

15

10. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung der Rückkopplungswiderstand (R3) durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt ist.

20

11. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelschaltung eine Konstantstromschaltung ist.

25

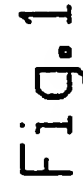
12. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieselbe eine Reset-Einrichtung, zum Beispiel Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung (20) nach Auslösung der Abschaltung des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung(7,13,14) aufweist.

30

13. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Transistor (Q2) ein elektronisches Relais oder Feldeffekttransistor oder Thyristor ist.

35

14. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass statt des Feldeffekttransistors ein bipolarer Transistor oder elektronisches Relais eingesetzt ist.



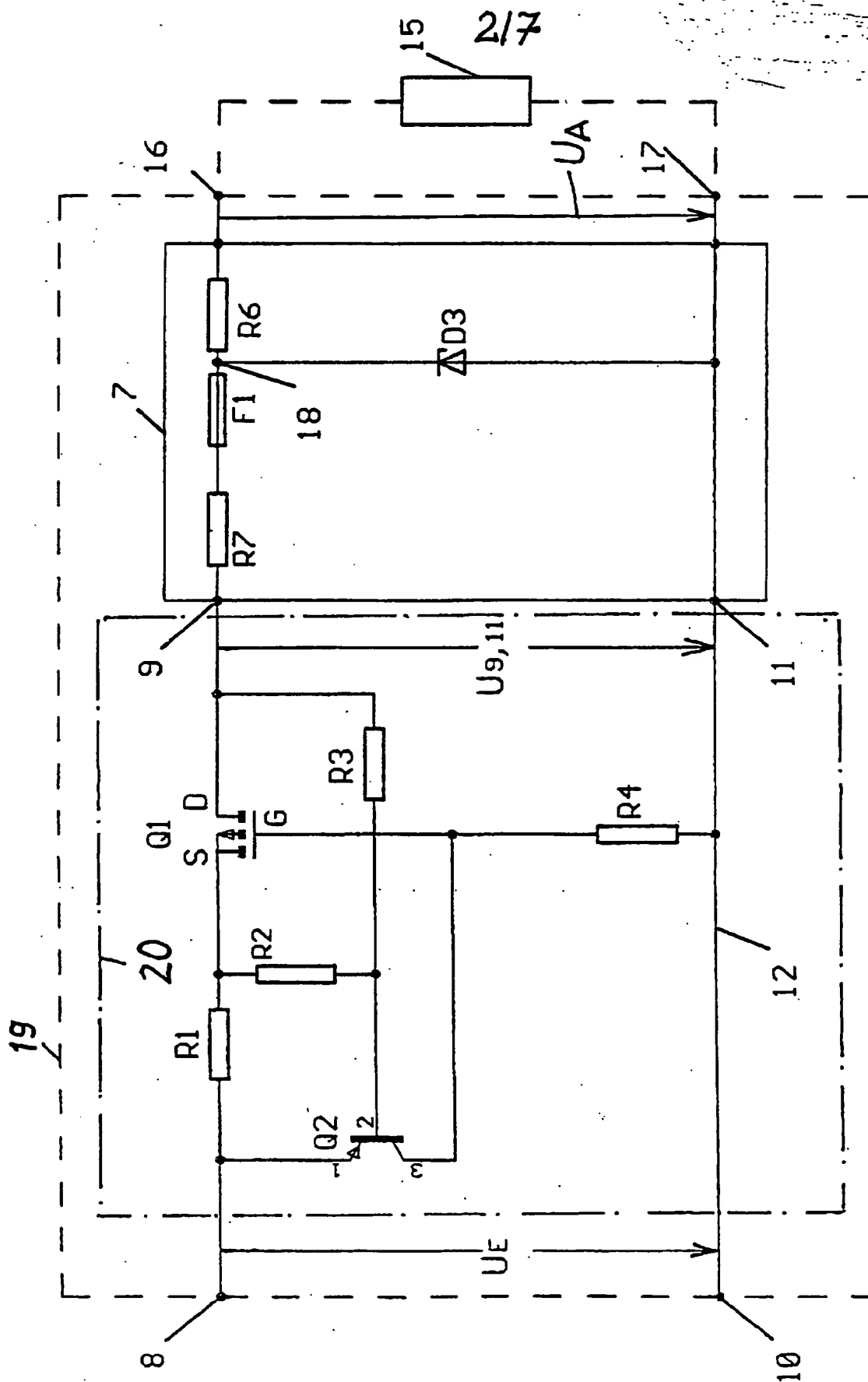


Fig. 2

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT VOM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>5616</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 00/ 02889</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>31/03/2000</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>31/03/1999</b>
Anmelder <b>PEPPERL + FUCHS GMBH</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

#### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

#### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

#### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 3

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

T/EP 00/02889

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H02H9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 3 818 273 A (NAKASHIMA T ET AL) 18. Juni 1974 (1974-06-18) Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildungen 1,4	1-15
Y	WO 92 02066 A (ROSEMOUNT INC) 6. Februar 1992 (1992-02-06) Seite 10, Zeile 33 - Seite 12, Zeile 28; Abbildung 2	1-15
A	DE 38 04 250 C (SIEMENS) 27. Juli 1989 (1989-07-27) Zusammenfassung	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. August 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/08/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Salm, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PT/EP 00/02889

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3818273	A	18-06-1974	NONE	
WO 9202066	A	06-02-1992	US 5179488 A DE 69121718 D DE 69121718 T EP 0540634 A	12-01-1993 02-10-1996 03-04-1997 12-05-1993
DE 3804250	C	27-07-1989	NONE	

PCI/EP00/02089

09/937968

U.S. SERIAL =

IB PAPER WORK ORDER



581562.00.01

- 1 neu -

Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung

## Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers, zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß einer gemeinsamen Leitung, beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens eine Schutzeinrichtung, wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung bezogene Spannungs-  
 10 begrenzungseinrichtung, eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist.

15

## Stand der Technik:

Viele elektrische Geräte oder Verbraucher müssen zur Vermeidung von Ausfällen, die zu Schäden führen können, gegen zu hohe Spannungen oder Ströme geschützt werden. Insbesondere sind derartige Schutzbeschaltungen in  
 20 explosionsgefährdeten Bereichen notwendig.

Durch die EP 0 359 912 A1 ist eine Schaltungsanordnung für eine Sicherheitsbarriere gemäß der eingangs genannten Gattung zum Begrenzen von Strom und Spannung an einer in einen explosionsgefährdeten Bereich laufenden  
 25 Zweidrahtleitung mit zwei Sicherungen bekannt geworden, mit einem zwei Eingangsanschlüssen aufweisenden Eingang, an dem eine Spannungsquelle anschließbar ist und einem zwei Ausgangsanschlüssen aufweisenden Ausgang, der mit der Zweidrahtleitung verbunden ist. An die Eingangsanschlüsse ist eine erste Spannungsbegrenzungsschaltung angeschlossen, welche eine erste Sicherung und eine erste Spannungsbegrenzungseinrichtung aufweist. Der Ausgang  
 30 der Spannungsbegrenzungsschaltung ist mit einer Strombegrenzungsschaltung verbunden, wobei zumindest einige Teile der Schaltungsanordnung einschließlich der Sicherung unzugänglich in einem Gehäuse gekapselt sind. Zwischen dem Eingang und der ersten Spannungsbegrenzungsschaltung liegt  
 35 eine Schaltung aus einer zweiten Sicherung und einer zweiten Spannungs-

001000.09.01

- 2 neu -

begrenzungseinrichtung die eine einer Zenerdiode ähnliche Charakteristik aufweist. Die erste Spannungsbegrenzungsschaltung ist eingangseitig parallel zu der zweiten Spannungsbegrenzungseinrichtung geschaltet und über die zweite Sicherung mit dem Eingang verbunden, wobei zumindest die zweite Sicherung  
5 manuell zugänglich ist. Somit kann auch im Kurzschlußfall bei der Sicherheitseinrichtung die zugängliche Sicherung ausgetauscht werden. Nachteilig ist die Verwendung von zwei Sicherungen, von denen die eine beim Ansprechen der Sicherheitseinrichtung durchbrennt und manuell ausgewechselt werden muß. Ein selbstständiges Wiedereinschalten der Schaltungsanordnung  
10 ist nicht möglich.

Aus der DE-PS 36 22 266 (US-PS 4,831,484) ist eine Sicherheitsbarriere mit einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barriereneingang, einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barrierenausgang und einem in einer Verbindung zwischen dem  
15 Barriereneingang und dem -ausgang liegenden elektronischen Längsteuerglied mit einem Steuereingang bekannt geworden, wobei das Längsteuerglied ein Transistor sein kann. Eine am Eingang vorgesehene Sicherung in Verbindung mit spannungsbegrenzenden Zenerdioden dient dazu, die Ausgangsspannung dann abzuschalten, wenn die Spannung am Eingang der Sicherheitsbarriere die  
20 Sperrspannung der Zenerdioden überschreitet. Ansonsten würde ein Stromanstieg die Folge sein, der über dem Strom liegen würde, den die Sicherheitsbarriere bei maximal zulässiger Eingangsspannung an ihrem Ausgang zum Verbraucher abgeben darf. In diesem Fall löst die Sicherung aus und schaltet die Ausgangsspannung ab. Der im Kurzschlußfall auftretende maximale Ausgangsstrom liegt  
25 normalerweise unter dem Auslösestrom der Schmelzsicherung, so dass sie in diesem Fall normalerweise nicht anspricht. Liegt allerdings der maximale Ausgangsstrom oberhalb des Auslösestroms der Schmelzsicherung, so brennen irreparabel Bauelemente der Sicherheitsbarriere durch, so dass die nicht austauschbare Sicherung ihren Zweck nicht erfüllen kann.

30

Durch die EP 0 310 280 B1 ist eine Shuntioden-Sicherheitsbarriere zum Anschluß an eine Spannungsversorgung bekannt geworden, mit einem Shuntiodenmittel, einem Schmelzbauteil auf der Spannungsversorgungsseite der Shuntiodenmittel, einem in Reihe mit dem Schmelzbauteil angeschlossenen und zur  
35 Schaltung in Reihe mit einer Last angeordneten Strombegrenzerkreis und mit

- 3 neu -

Wärmeschutzmittel, um eine Überhitzung der Barrierebauteile zu verhindern, wenn eine übermäßige Spannung angelegt wird. Der Strombegrenzerkreis ist in Reihe zwischen dem Schmelzbauteil und dem Shuntdiodenmittel geschaltet und so angeordnet, dass das Schmelzbauteil gegen angelegte Spannungen größer als die normale maximale Arbeitsspannung geschützt ist. Das Wärmeschutzmittel innerhalb der Sicherheitsbarriere umfaßt eine Zenerdiode, die zwischen dem Schmelzbauteil und dem Strombegrenzerkreis angeschlossen ist. Diese Schaltung hat den Nachteil, dass sie einen hohen Querstrom und damit eine hohe Verlustleistung aufweist. Außerdem besitzt diese Schaltungsart einen erheblichen Längsspannungsabfall.

Durch die US-A-3 818 273 ist eine Sicherheitsbarriere mit zwei Transistoren zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitsbarriere nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß bekannt geworden, wobei die Sicherheitsbarriere wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung wie Zenerbarriere sowie eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung aufweist. Zur Spannungsdetektion ist zwischen der Basis des zweiten Transistors und einer gemeinsamen Leitung eine Spannungsfühlerschaltung vorgesehen. Nachteilig ist, daß die Schaltung, welche für einige 10V ausgelegt ist, einen erheblichen Querstrom aufweist, weil am Eingang der Schaltung ein Spannungsteiler aus zwei Widerständen angeordnet ist, zwischen denen über eine Diode die Basis des ersten Transistors angeschlossen ist. Über diesen Spannungsteiler fließt ein dauernder Querstrom.

Durch die WO 92/02066 ist eine Zweidraht-Einrichtung zum Schutz einer dieser Einrichtung nachgeschalteten Prozeßkontrolleinrichtung bekannt geworden, wobei die Einrichtung einen Stromkreis zum Schutz gegen Überströme oder Rückströme aufweist. Hierzu besitzt die Einrichtung zwei Stromfühlsensoren, welche Schaltkreise mit variablen Impedanzen ansteuern, die ihrerseits die Ausgangsströme begrenzen, welche danach der Prozeßkontrolleinrichtung zugeführt werden.

Durch die DE 38 01 250 ist schließlich eine Schaltungsanordnung für eine Strombegrenzung zum Vorschalten vor über die Teilnehmerleitung gespeisten

- 4 neu -

- 5 digitalen Fernsprechengeräten bekannt geworden. In einem Längszweig der Schaltungsanordnung ist ein Feldeffekttransistor angeordnet, dessen Durchgang über sein Gate in Abhängigkeit sowohl der von der anliegenden Speisespannung abhängigen Durchsteuerung eines Transistors als auch von der Ladung eines Kondensators gesteuert wird.

Technische Aufgabe:

- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sicherheitseinrichtung der genannten Gattung zum Schutz einer Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere oder einer anderen zu schützenden Schaltung zu schaffen, wobei die Sicherheitseinrichtung bei Überspannung die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung vor Zerstörung schützen soll wie die Sicherheitseinrichtung insbesondere auch eine geringe Verlustleistung aufweisen soll, wobei Spannungsverluste wie auch Querströme nur gering sein sollen.

15

Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile:

- 20 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Sicherheitseinrichtung zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers, zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß einer gemeinsamen Leitung, beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens eine Schutz-  
25 einrichtung, wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist, wobei die weitere Schutzschaltung einen Feldeffekttransistor als Schalt- und/oder Regel-  
30 transistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist und das Gate zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß und an das Gate des Schalt- und/oder Regeltransistors ein zweiter Transistor angeschlossen ist, dessen Kollektor zur Beeinflussung der  
35 Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors mit dem Gate desselben

18-04-2001

PGT/EP09/02889

551030.03.01

- 5 neu -

- verbunden ist, und die Spannung nach dem Schalt- und/oder Regeltransistor nach dessen Drain zwischen den Ausgängen der weiteren Schutzschaltung über einen Rückkopplungswiderstand auf die Basis des zweiten Transistors rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis des zweiten
- 5 Transistors und der gemeinsamen Leitung eine Spannungsfühlerschaltung angeordnet oder zur Stromerfassung zwischen dem Eingangsanschluß und der Source des Schalt- und/oder Regeltransistors ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet ist.
- 10 Die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung dient vorteilhaft zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung als auch zur Überstromabschaltung bzw. -begrenzung. Vorteilhaft kommt die Schutzschaltung ohne eine auswechselbare Sicherung aus. Somit ist gewährleistet, dass die unzugängliche Sicherung der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, die eine Zenerbarriere bein-
- 15 halten kann, bei Auftreten einer Überspannung nicht zerstört wird. Damit können vorteilhaft sowohl die Ex-Anforderungen einer Sicherheitseinrichtung als auch die Anforderungen einer bedienungsfreien elektronischen Sicherung kombiniert werden.
- 20 Insbesondere weist die Sicherheitseinrichtung eine geringe Verlustleistung auf, da sie nahezu keinen Querstrom im Bereich der Betriebsspannung und nur einen sehr geringen Spannungsabfall über dem Schalt- und/oder Regeltransistor, also Längsspannungsabfall, besitzt. Ebenso weist die Sicherheitseinrichtung eine geringe Verlustleistung in ihrem abschaltenden Zustand und gegebenenfalls
- 25 rückgeregelten Zustand auf. Die Sicherheitseinrichtung ist mit diskreten Bauelementen preislich günstig herzustellen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- Es sind vorteilhaft drei eng miteinander verwandte Grundschaltungen der
- 30 weiteren Schutzschaltung der Sicherheitseinrichtung gegeben. Entweder ist zur Stromerfassung zwischen dem Eingangsanschluß und der Source des Schalt- und/oder Regeltransistor ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet. Die Einleitung der Abschaltung oder Regelung wird über die Widerstände R1 bis R3 ausgelöst und erfolgt durch den Laststrom im Leitungspunkt 9, welcher in die
- 35 Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung fließt. Diese Schaltung ist dort

Printed: 24-04-2001

zweckmäßigerweise anzuwenden, wo zu hohe Lastströme vermieden werden sollen.

- 5 Oder zwischen der Basis des zweiten Transistors und der gemeinsamen Leitung ist zur Spannungsdetektion eine Spannungsfühlerschaltung unter Weglassung des stromführenden Längswiderstandes angeordnet. Diese Schaltung ohne stromführenden Längswiderstand dient hauptsächlich der Überspannungsabschaltung bzw. Überspannungsbegrenzung. Die Einleitung der Abschaltung oder
- 10 über die Eingangsspannung  $U_E$ . Der Hauptvorteil dieser Schaltung liegt darin, daß der Spannungsabfall der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann, was kleine Verlustleistungen bedingt (s. Figur 7).

- 15 Falls die Schutzschaltung gleichzeitig sowohl zur Spannungs- als auch zur Strombegrenzung dienen soll, sind sowohl der Längswiderstand R1 als Stromfühler als auch die Spannungsfühlerschaltung als Spannungsdetektor vorhanden, so dass vorteilhaft Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung und Überstromabschaltung bzw. -begrenzung kombiniert sind.

- 20 In der Spannungsfühlerschaltung kann eine Zener- oder Diacdiode als Spannungsdetektor dienen, der ein Widerstand R5 in Reihe geschaltet ist. Sofern abschaltende Eigenschaften dieser weiteren Schutzschaltung erwünscht sind, ist zur Verringerung des dann erforderlichen Rückkopplungsstromes zwischen die Basis des Transistors Q2 und Source des Schalt- und/oder Regeltransistor
- 25 Q1 ein Widerstand R2 gelegt. Die Größe dieses Widerstandes bestimmt den erforderlichen Rückkopplungsstrom. Der Wert des Widerstandes R2 kann zwischen Null bis  $\infty$  liegen.

- 30 Zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung kann der Rückkopplungswiderstand durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt sein, die zum Beispiel eine Konstantstromschaltung sein kann, um den maximalen Rückkoppelstrom unabhängig von der Ausgangsspannung bzw. Versorgungsspannung einstellen zu können.

DESC

- 7 пер -

36

9-04-2001

PCT/EP00/02889

661630.02.01

- 8 neu -

Die Sicherheitseinrichtung bzw. Schutzschaltung kann eine Reset-Einrichtung, wie Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung aufweisen, falls die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung auslösen sollte. Das kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn die Rückkopplung so eingestellt ist, dass die Schutzschaltung beim Ansprechen die nachfolgende zu schützende Schaltung bzw. Last von der Versorgungsspannung bleibend trennt.

Des Weiteren kann in der Sicherheitseinrichtung bzw. Schutzschaltung statt des Feldeffekttransistors als Schalt- und/oder Regeltransistor ein bipolarer Transistor eingesetzt werden, dessen Kollektor-Emitterstrecke-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und dem Ausgangsanschluß der weiteren Schutzschaltung - bezogen auf Figur 1 am Knoten 9 - angeordnet ist und dessen Basis zur Zuführung der Basis-Steuerspannung über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist.

15

Innerhalb der Sicherheitseinrichtung kann als Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung jede beliebige derartige Einrichtung angeordnet sein, beispielsweise eine Zenerbarriere in bekannter oder anderer Ausführung, wie auch die Schutzsicherung beliebig sein kann, zum Beispiel eine Schmelzsicherung. Soll die Sicherheitseinrichtung für einen explosionsgefährdeten Bereich zum Einsatz gelangen, so ist in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung der Sicherheitseinrichtung eine Schmelzsicherung zusammen gewöhnlich mit einer Zenerbarriere kombiniert.

25 Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung wie des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 2 ein Schaltbild einer weiteren Sicherheitseinrichtung mit stromfühlen- den Widerstand vorzugsweise zur Überstromabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung oder andere zu schützende Schaltung oder des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 3 ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung mit der Kombination von Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsab-

Printed 24-04-2001



19-04-2001

PGT/EP00/02869

DESC

551630.01.01

- 9 neu -

schaltung bzw. -begrenzung, wobei hier in der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors zusätzlich eine Zenerdiode angeordnet ist

Figur 4 das Schaltbild der Sicherheitseinrichtung nach Figur 3 mit nachgeschaltetem Verbraucher, wobei der Rückkopplungswiderstand nach der Sicherheitseinrichtung angeschlossen ist

Figur 5 eine weitere technische Ausführung der Sicherheitseinrichtung

Figur 6 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 2 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes und

Figur 7 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 1 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung:

Figur 1 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung 19, die zur Spannungsdetektion dient und vorzugsweise eine Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitseinrichtung 19 selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Die Sicherheitseinrichtung 19, die prinzipiell in eine Zweidrahtleitung eingefügt sein kann, besitzt wenigstens zwei Eingangsanschlüsse 8, 10 und wenigstens zwei Ausgangsanschlüsse 16 und 17, wobei Eingangsanschluss 10 und Ausgangsanschluss 17 zu einer gemeinsamen Leitung 12 gehören, beispielsweise Masseleitung, bzw. zusammenfallen können. An die Ausgangsanschlüsse 16, 17 ist ein elektrischer Verbraucher 15 anschließbar.

25

Die gestrichelt umrandete Sicherheitseinrichtung 19 besteht prinzipiell aus einer in der Leitung 8-9-16 liegenden Sicherung F1, die vorzugsweise eine Schmelzsicherung ist, sowie einer von einem Knoten 18 der Leitung 8-9-16 auf die gemeinsame Leitung 12 bezogenen Spannungsbegrenzungseinrichtung, welche durch die Zenerdiode D3 symbolisiert ist; es können auch eine Mehrzahl von parallel geschalteten Dioden oder sonstige bekannte Barrieren, wie Zenerbarrieren, zur Anwendung gelangen. Nach dem Anschlußknoten 18 in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung folgt eine Strombegrenzungseinrichtung, die in Reihe mit der Sicherung F1 liegt und durch den Widerstand R6 symbolisiert ist. Vorzugsweise kann der Sicherung F1 vor

Printed 2 04-2001

0405

Publiziert 19. Apr. 23:47

RAAPA KLAUS MIERSWA

27/09 '01 DO 15:35 FAX +49 621 856001

- 10 neu -

dem Anschlußknoten in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung ein Widerstand R7 in Reihe geschaltet sein. Diese Spannungsbegrenzungseinrichtung ist in Figur 1 voll umrandet mit der Bezugsziffer 14 bezeichnet.

5

Vor der Sicherung F1 ist eine weitere, zweite Schutzschaltung 20 angeordnet, deren Bauelemente teilweise parallel den Eingangsanschlüssen 8, 10 und teilweise in Reihe mit der Sicherung F1 innerhalb der Leitung 8-9-16 oder auch

10

begrenzungsschaltung darstellt. Die Spannungs- und/oder Strombegrenzungsschaltung weist prinzipiell einen Feldeffekttransistor Q1 als Schalt- und/oder Regeltransistor auf, der als Längsteuerglied in den Figuren 1, 2 oder 3 als Schalt- und/oder Regeltransistor betrieben wird. Dazu liegt der Feldeffekttransistor Q1 mit seiner Source-Drain-Strecke längs zwischen dem Eingangs-

15

anschluß 8 und dem Knoten 9 und vor der Sicherung F1, wobei Source mit dem Eingangsanschluß 8 und Drain mit dem Knoten 9 verbunden ist. Das Gate G des Schalttransistors Q1 ist zur Zuführung der Steuerspannung über einen Widerstand R4 mit der gemeinsamen Leitung 12 verbunden.

20

Vor der Source-Gate-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist ein zweiter Transistor Q2 angeordnet, dessen Ausgang, hier der Kollektor Q2a, zur Beeinflussung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Gate G desselben verbunden ist. Der Emmitter Q2, des Transistor Q2 ist mit dem Eingangsanschluß 8 verbunden. Die Spannung bzw. der Strom nach der Source-

25

Drain-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist über einen Rückkopplungswiderstand R3 am Knoten 9 auf die Basis Q2b des zweiten Transistors Q2 zu dessen Ansteuerung rückgekoppelt.

30

Zwischen der Basis Q2, des Transistors Q2 und der gemeinsamen Leitung 12 ist eine Zenerdiode D1 mit ihrer Anode auf die Leitung 12 geschaltet, wobei in Reihe mit der Zenerdiode D1 ein Widerstand R5 liegt, der optional sein kann. Auf der Seite der Source S des Feldeffekttransistors Q1 und der Basis von Q2 kann ein Widerstand R2 angeordnet sein, dessen Dimensionierungso gewählt ist, dass er zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rück-

35

kopplungswiderstand R3 dient.

19-04-2001

PC1/EP00/02889

KURO PATENTANT

DESC

501070.01.01

- 11 neu -

Die Auslösung dieser Spannungsbegrenzungs-Schutzschaltung erfolgt durch eine Überspannung direkt, wodurch der Strom in der nachgeschalteten Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung D3, R3 mit vorzugsweise unzugänglicher Schmelzsicherung F1 gar nicht erst unzulässig ansteigen kann. Es wird somit die Abschaltung oder Rückregelung über die Zenerdioden D1 und den Widerstand R5 durch eine zu hohe Versorgungsspannung direkt eingeleitet. Die Einleitung der Abschaltung oder Rückregelung erfolgt somit ausschließlich über die Eingangsspannung  $U_E$  über den Eingängen 8, 10. Der Hauptvorteil liegt darin, dass der Spannungsabfall und somit die Verlustleistung der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann. Zum Beispiel sind die folgenden Werte vorteilhaft: Bei  $R_{ON} = 0,2 \text{ Ohm}$  und  $I_A = 100 \text{ mA}$  ergibt sich ein  $V_{R_{ON}} = 20 \text{ mV}$ .

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitseinrichtung die zur Strombegrenzung dient und eine Stromabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitseinrichtung selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Mit dem Eingangsanschluß 8 ist ebenso ein Widerstand R1 verbunden, dessen anderes Ende mit Source S des Feldeffekttransistors Q1 verbunden ist. Dieser Widerstand R1 dient als Stromfühler zum Erkennen von unzulässig hohen Strömen. Ebenso kann zwischen R1 auf der Seite der Source S und der Basis von Q2 der Widerstand R2 vorhanden sein, der auch hier zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rückkopplungswiderstand R3 dient.

Die Schaltung ist im Normalbetrieb so ausgelegt, dass der Feldeffekttransistor Q1 über den Widerstand R4 eine Steuerspannung von der Versorgungsspannung erhält und im EIN-Zustand gehalten ist, so dass der Drainstrom durch den Stromfühler-Widerstand R1 und den Schalttransistor Q1 fließt. In diesem Zustand fließt nahezu keine Steuerstrom und somit auch kein Querstrom in das Gate, der den Meßwert des Stromes einer eventuellen Meßstrecke verfälschen könnte. Der stromführende Widerstand R1 steuert über den Widerstand R3 die Basis Q2 des Transistors Q2 an, der im Normalbetrieb gesperrt ist.

Steigt der Strom im Widerstand R1 auf einen Wert oberhalb der Steuerspannung  $U_{BE}$  von Q2 an, z.B. auf 0,6 V, - zum Beispiel steigt bei Überspannung der Querstrom in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7 an - wird

Printed: 24-04-2001

4047

Zeit 19. Apr. 23:42

RAAPA KLAUS MIERSWA

100958 129 49 +49 621 856001 10 DO 15:36 FAX



zusätzlich über den Rückkopplungswiderstand R3 auf die Basis Q2 des Transistors Q2 eine entsprechend anwachsende UBE-Spannung rückgekoppelt, so dass der Transistor Q2 leitend wird. Dadurch sinkt die Steuerspannung des Gates G des Feldeffekttransistors Q1, so dass der Drainstrom abgeschaltet bzw. abgeregelt und damit der Ausgangsstrom der Schutzschaltung abgeschaltet bzw. abgeregelt wird und nicht weiter ansteigen kann (Konstantstrom). Damit stellt sich ein Kipp- oder Regelverhalten in Abhängigkeit von der Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 ein, weshalb durch R3 die Eigenschaften der Schutzschaltung als Regler oder als Schalter eingestellt werden kann.

Im abgeschalteten Zustand der weiteren Schutzschaltung fließt ein geringer Haltestrom, nämlich Fühler- oder Reststrom, über den Rückkopplungswiderstand R3 und den Widerstand R2, so vorhanden, an die Ausgänge 9, 11. Da diese Widerstände R2 und R3 entsprechend groß ausgelegt werden können, kann dieser Reststrom leicht von der zu schützenden Elektronik aufgenommen werden, zum Beispiel durch ihre eigene Stromaufnahme oder von einer Zenerdiode.

Bei der Auslegung der weiteren Schutzschaltung gemäß Figur 2 ist zu beachten, dass eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, zum Beispiel Zenerbarriere, eine spannungsabhängige Last darstellt, d. h. ein Überstrom wird unmittelbar durch eine Überspannung an der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung verursacht und erst dadurch die Abschaltung der weiteren Schutzschaltung eingeleitet. Ein Kurzschluss nach der Sicherheitseinrichtung bzw. der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung bzw. Zenerbarriere ist bei der Dimensionierung nicht zu berücksichtigen, weil die Sicherung F1 bei den Sicherheitseinrichtung bisherigen Auslegungen nicht auslösen darf. Der Abschaltstrom der weiteren Schutzschaltung wird ausschließlich zum Schutz der Sicherung F1 innerhalb der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausgelegt.

Darüber hinaus sind zusätzlich noch Auslegungen der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung möglich, wie sie bisher im Stand der Technik vermieden wurden. Die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R8

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESG

561620.03.01

- 13 neu -

muss so dimensioniert werden, dass die nicht auswechselbare Sicherung F1 bei Kurzschluss am Ausgang nicht zerstört wurde. Da jetzt ein zusätzlicher Stromschutz für die Sicherung F1 vorgesehen ist, kann die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R6 der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausschließlich nach EX-Bedingungen dimensioniert werden. So kann z.B. ein niedrigerer Widerstand R6 eine größere Ausgangsleistung als bisher zur Verfügung stellen, ohne dass gleichzeitig die Sicherung F1 und die Zenerdiode D3 oder mehrere derartiger Dioden innerhalb der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 verstärkt werden müssen, was eine größere abführbare Leistung im Normalbetrieb bedeutet. Insbesondere sind derartige verbesserte EX-Bedingungen vorteilhaft, wenn an die Sicherheitseinrichtung eine insbesondere nichtlineare Last 15 angeschlossen ist.

Figur 3 zeigt eine Sicherheitseinrichtung in Kombination von Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung der Figuren 1 und 2 zum Schutz der Spannungs-Strombegrenzungseinrichtung 7 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der stromführende Widerstand R1 und die Zenerdiode D1 der Figuren 1 und 2 sind vorhanden, so dass die Funktionen aus den Schaltungen der Figuren 1 und 2 zusammen vorhanden sind. Zusätzlich liegt hier in der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Widerstand R4 in Reihe eine Zenerdiode D4, die optional ist.

Des Weiteren ist in Figur 3 parallel zu Gate G und Source S des Feldeffekttransistors Q1 zwischen Gate und Source desselben zum Schutz der Gate-Source-Strecke G-S eine Zenerdiode D2 gelegt, die auch integraler Bestandteil des Feldeffekttransistors Q1 sein kann.

Figur 4 zeigt das Schaltbild der Sicherheitseinrichtung gemäß Figur 3 zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der Rückkopplungswiderstand R3 ist erst nach der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 an deren Ausgang 16 angeschlossen.

Figur 5 zeigt eine weitere technische Ausgestaltung der Schutzschaltung, wobei hier parallel zur Source-Gate-Strecke des Schalt- und/oder Regeltransistors Q1

Printed: 24-04-2001

Empfangszeit 19. Apr. 23:47

0404

RAAPPA KLAUS MIERSWA

27/09 '01 DO 15:38 FAX +49 621 856001

- 14 neu -

die Diode D2 ohne der Diode D4 vorhanden ist, ansonsten aber die Schutzschaltung derjenigen in Figur 3 entspricht.

5 Zur Einstellung des Rückkoppelstromes kann, unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung, der Rückkopplungswiderstand R3 durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt werden, die auch eine Konstantstromschaltung sein kann.

10 Der Rückkopplungsstrom kann mittels des Rückkopplungswiderstandes R3 oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt werden, dass sich bei Überlast ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim Anlegen einer Spannung größer als die Nennspannung ein Abschalten des Laststromes erfolgt und somit ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschließenden Absenken der Versorgungsspannung auf Nennspannung gegeben ist.

15

Damit die weitere Schutzschaltung 20 nach dem Ansprechen bzw. Auslösen wieder selbsttätig einschalten kann, müssen gewisse Dimensionierungsbedingungen für den Rückkopplungswiderstand R3 eingehalten werden. Die untere Grenze für die Dimensionierung des Widerstands R3 ist dadurch gegeben, dass  
20 der Spannungsabfall über den Widerstand R2 innerhalb des Spannungsteilers R2, R3 kleiner bleibt als U<sub>BE</sub> des Transistors Q2, der ansonsten öffnen würde. Die obere Grenze für die Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 ist anwendungsspezifisch beliebig hoch, das heißt, dass der Rückkopplungswiderstand R3 gegen Unendlich gehen kann, wobei sich in diesem Fall ein  
25 Konstantstromverhalten einstellt.

In der Figur 6 sind verschiedene Schaubilder a) bis e) dargestellt, wobei sich diese Figur 6 auf die Sicherheitseinrichtung der Figur 2 bezieht. In den Schaubildern a) bis d) ist jeweils die Spannung U<sub>9-11</sub> sowie die Verlustleistung über  
30 dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf aufgetragen; Parameter ist ein veränderter Wert für den Rückkopplungswiderstand R3 bei einer bestimmten ausgewählten Dimensionierung der übrigen Bauelemente. Wird der Rückkopplungswiderstand R3 unter einen bestimmten Wert gewählt, so kann die weitere Schaltung nach Ansprechen nicht mehr selbsttätig

- 15 neu -

einschalten, was hier beispielsweise bei einem Wert von  $R_3$  von 150 k $\Omega$  der Fall ist. Bei einem Wert von circa 250 k $\Omega$  oder 330 k $\Omega$  schaltet die weitere Schaltung nach ihrem Ansprechen wieder selbsttätig ein, was in den Schaubildern b) und c) gezeigt ist. Wird der Widerstand  $R_3$  über eine bestimmte Grenze hinaus dimensioniert, so stellt sich in Folge der spannungsbegrenzenden Wirkung der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 eine konstante Ausgangsspannung ein, was im Schaubild d) gezeigt ist. Hier allerdings wächst die Verlustleistung der weiteren Schaltung überproportional an.

- 10 Figur 7 zeigt verschiedene, der Figur 6 ähnliche Schaubilder a) bis e), die sich auf die Sicherheitseinrichtung der Figur 1 beziehen. Es sind die Spannungsverläufe  $U_{a-11}$  sowie die Verlustleistungen über dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf beim Auslösen der Sicherheitseinrichtung bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes dargestellt. Bei
- 15 kleinen Werten des Rückkopplungswiderstandes, zum Beispiel 150 k $\Omega$  bei ansonsten bestimmter ausgewählter Dimensionierung der übrigen Bauelemente, schaltet die Sicherheitseinrichtung nach ihrer Auslösung, wenn die Spannung auf die Eingangsnennspannung  $U_{ENEN}$  gesunken ist, nicht mehr ein. Bei größeren Werten hingegen, beispielsweise ab  $R_3=250\Omega$ , schaltet die
- 20 Sicherheitseinrichtung höchst vorteilhaft wieder selbsttätig ein, wenn die auslösende, gefährdende Spannung auf die Eingangsnennspannung  $U_{ENEN}$  gesunken ist. Das ist auch bei sehr großen Werten von  $R_3$  der Fall. Aus den Schaubildern ist noch ersichtlich, dass tatsächlich die Verlustleistung der Sicherheitseinrichtung in allen zu betrachtenden Fällen äußerst gering ist.

25

Nachstehend ist ein Beispiel für eine "grobe" Dimensionierung (Fein-Dimensionierung erfolgt mit Simulator Programm) der Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  zur Anpassung der Strombegrenzer-Kippstufe angegeben, wobei hier die Variante Abschalten betrachtet wird (nicht kippen):

30

$$U_{BZQ2} = (U_E \cdot (R_1 + R_2)) / (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow R_3 = ((U_E / U_{BZQ2}) - 1) \cdot (R_1 + R_2)$$

Definiert  $I_{max}$  in  $Q_1 = 50$  mA

$$R_1 = 0.5V / 50mA = 10 \Omega$$

\*  $U_{BZQ2}$  mit 0.5 V angenommen

19-04-2001

PCT/EP00/02889

DESC

031670.03.01

- 16 neu -

Für ein gewünschtes Wieder-Einschalten wird der Kurzschluß-Strom für Nominal-Eingangsspannung  $U_{\text{NEN}}$  auf ca. 10% von  $I_{\text{max}}$  festgelegt:

$$U_{R1} = 10 \Omega \cdot 5 \text{ mA} = 50 \text{ mV}$$

$$U_{R2} = 0.5 \text{ V} - 0.05 \text{ V} = 0.45 \text{ V}$$

5

Definition des Querstroms durch  $R_3 \approx R_2 = 30 \mu\text{A}$

$$R_2 = 0.45 \text{ V} / 30 \mu\text{A} = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = ((U_E / U_{R3}) - 1) \cdot (R_1 + R_2) = (8 \text{ V} / 0.5 \text{ V} - 1) \cdot (10 \Omega + 15 \text{ k}\Omega) = \underline{225}$$

kΩ

10 " angenommen f. Ex

Gewerbliche Anwendbarkeit:

- Der Gegenstand der Erfindung ist als Sicherheitseinrichtung insbesondere für explosionsgeschützte Räume, gewerblich anwendbar sowie die weitere Schutz-
- 15 schaltung auch überall dort, wo ein elektrisches Gerät vor einer Überspannung oder einem Überstrom geschützt werden soll. Die weitere Schutzschaltung allein kann vorteilhaft auch als elektrische bzw. elektronische Vorschaltssicherung eingesetzt werden, indem sie beim Auftreten von Überspannungen oder Über-
- 20 strömen nachgeschaltete elektrische Geräte vor unzulässigen Spannungen und Strömen schützt; die angeschlossenen Geräte werden somit auch beim versehentlichen Anschließen an zu große Versorgungsspannungen nicht beschädigt.

Printed 24-04-2001

Zeit 19. Apr. 23:42

0252

RAKPA KLAUS MIERKOWA

27/09 '01 DO 15:41 FAX +49 621 856001

16





19-04-2001

PCT/EP00/02889

551050.03.01

- 18 neu -

## Patentansprüche:

1. Sicherheitseinrichtung (19) zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitseinrichtung (19) nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers (15), zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß (8) und einem Ausgangsanschluß (16) sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß (10,17) einer gemeinsamen Leitung (12), beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitseinrichtung (19) wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14), wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenigstens
- 10 eine Schutzeinrichtung (F1), wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung (12) bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung (DS), eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung (RS) sowie eine weitere Schutzschaltung (20), welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist, wobei die weitere Schutz-
- 15 schaltung (20) einen Feldeffekttransistor (Q1) als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke (S-D) zwischen dem Eingangsanschluß (8) und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist und das Gate (G) zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors (Q1) über einen Widerstand (R4) mit der gemeinsamen
- 20 Leitung (12) verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß (8) und an das Gate (G) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein zweiter Transistor (Q2) angeschlossen ist, dessen Kollektor (Q2s) zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) mit dem Gate (G) desselben verbunden ist, und die Spannung (U<sub>s,11</sub>) nach dem Schalt- und/oder Regel-
- 25 transistor (Q1) nach dessen Drain (D) zwischen den Ausgängen (9,11) der weiteren Schutzschaltung (20) über einen Rückkopplungswiderstand (R3) auf die Basis (Q2s) des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis (Q2s) des zweiten Transistors (Q2) und der gemeinsamen Leitung (12) eine Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) angeordnet ist
- 30 net ist
- oder
- zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß (8) und der Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein Längswiderstand (R1) als Stromfühler angeordnet ist.

35

Printed: 24-04-2001

Copyrightzeit 19. Apr. 23:42

15-04-2001

PCT/EP00/02889

CLAYS

651650.03.01

- 19 neu -

2. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass betreffend die weitere Schutzschaltung (20) gleichzeitig sowohl zur  
Spannungsdetektion als auch zur Strombegrenzung der Längswiderstand (R1)  
als Stromfühler und die Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) als Spannungs-  
5 detektor vorhanden sind.

3. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Spannungsfühlerschaltung(D1,R5) eine Zener- oder Diacdiode (D1) und  
einen Widerstand (R5) in Reihe geschaltet umfasst.

10

4. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Rückkopplungsstrom mittels des Rückkopplungswiderstandes (R3) oder  
der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt ist, dass sich bei Überlast ein  
Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim Anle-  
15 gen einer Spannung ( $U_{s-10}$ ) größer als die Eingangsnennspannung ( $U_{EN}$ ) ein  
Abschalten des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung  
(7,13,14) erfolgt und ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschlies-  
senden Absenken der Versorgungsspannung ( $U_E$ ) auf Eingangsnennspannung  
( $U_{EN}$ ) gegeben ist.

20

5. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Verringerung des Rückkopplungsstromes in der weiteren Schutz-  
schaltung (20) ein Widerstand (R2) zwischen die Basis (Q22) des Transistors  
(Q2) und Source (S) des Schalt- und Regeltransistors (Q1) gelegt ist.

25

6. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bezugsspannung bzw. Rückkopplungsspannung ( $U_{s-11}; U_A$ ) des  
Rückkopplungswiderstandes (R3) sowohl direkt nach dem Drain (D) des Schalt-  
und/oder Regeltransistors (Q1) als auch an jedem beliebigen Schaltungspunkt  
30 des Stromweges zwischen den Leitungspunkten 9 und 16 abgreifbar und auf die  
Basis (Q22) des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist.

35

Printed 21-04-2001

0505

Printed 21-04-2001

RAAPA KLAUS MIERSWA

27/09 '01 DO 15:44 FAX +49 621 856001

2

9-04-2001

PCT/EP00/02889

CLMS

6216/20.03.01

- 20 neu -

7. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu Gate (G) und Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) zwischen Gate (G) und Source (S) desselben eine Zenerdiode(D2) zum Schutz der Gate-Source-Strecke (G-S) gelegt ist.

5

8. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verringerung der Gate-Ansteuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) eine Zenerdiode(D4) in Reihe mit dem Widerstand(R4) geschaltet ist.

10

9. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zenerdioden D2 und/oder D4 integrale Bestandteile des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) sind.

16 10. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung der Rückkopplungswiderstand (R3) durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt ist.

20 11. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- oder Regelschaltung eine Konstantstromschaltung ist.

12. Sicherheitseinrichtung(19) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieselbe eine Reset-Einrichtung, zum Beispiel Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung (20) nach Auslösung der Abschaltung des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung(7,13,14) aufweist.

25

13. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Transistor (Q2) ein elektronisches Relais oder Feldeffekttransistor oder Thyristor ist.

30

14. Sicherheitseinrichtung(19) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass statt des Feldeffekttransistors ein bipolarer Transistor oder elektronisches Relais eingesetzt ist.

35

Printed 24-04-2001

95050

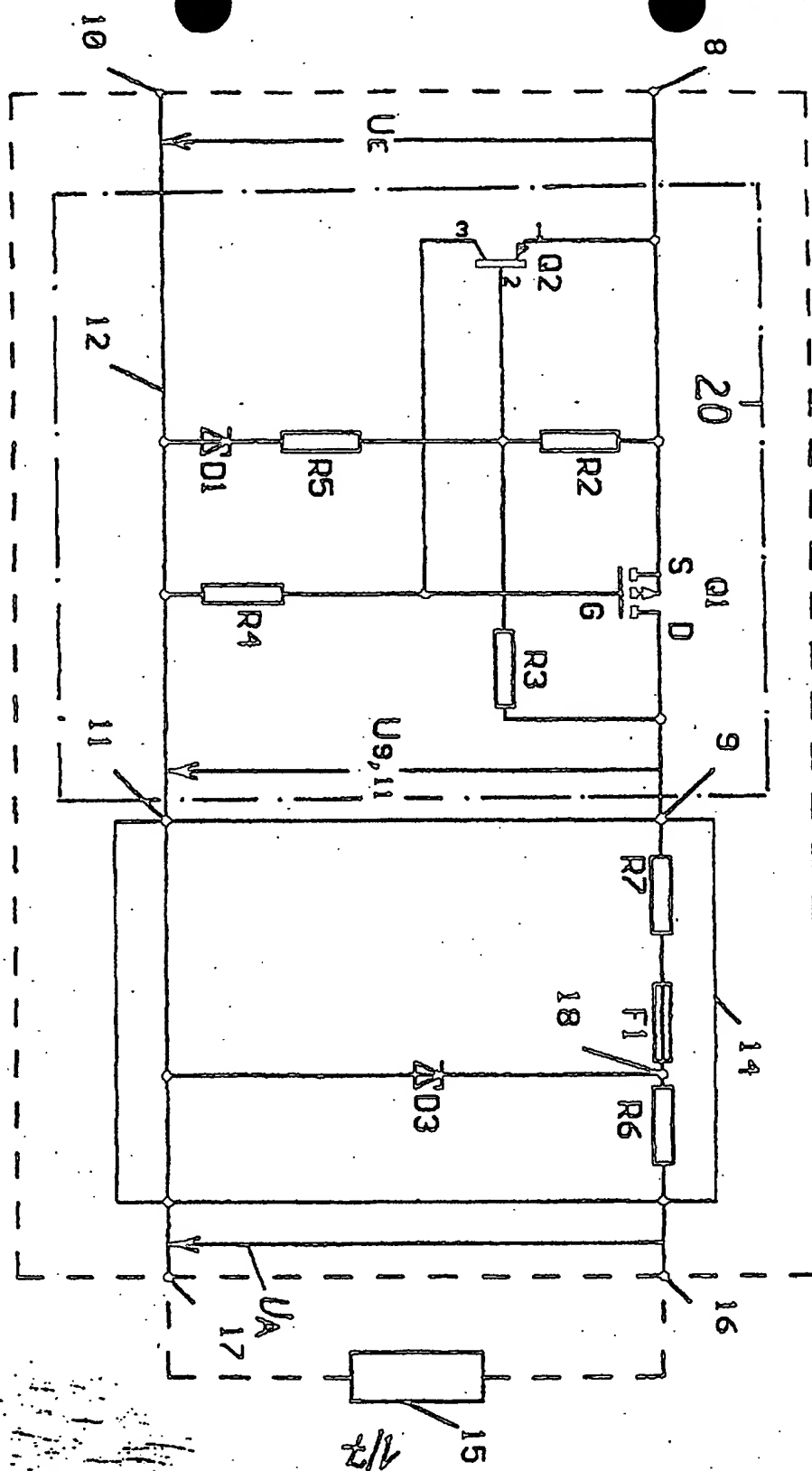
RAAPA KLAUS MIERSWA

27/09 '01 DO 15:44 FAX +49 621 856001

Filed 2-4-2001

09/937968

Fig. 1



DRAWN

EURO PATENT

RA&PA KLAUS MIERSWA

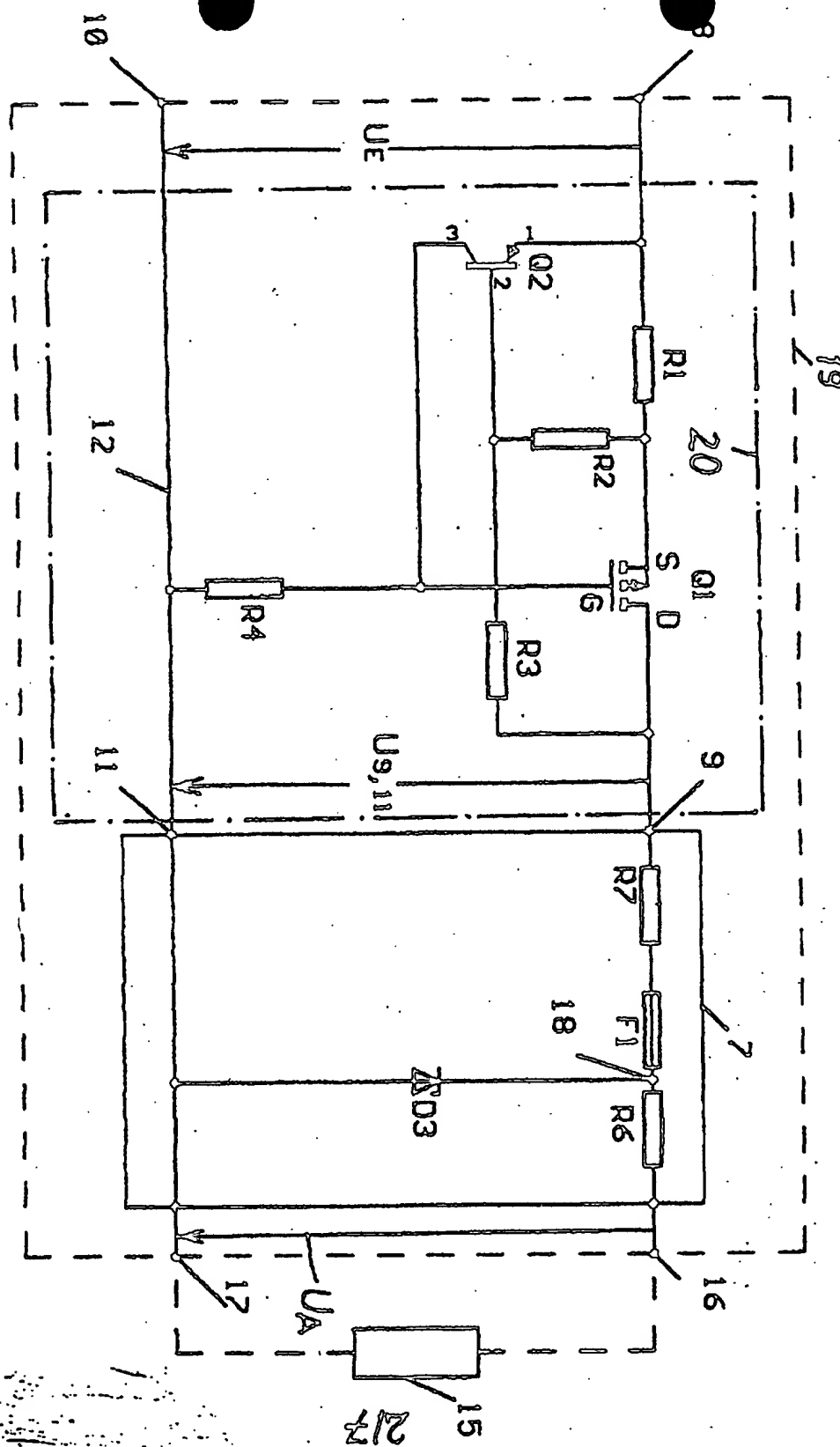
PCT/EP00/02889

23:43 FAX +49 821 856001

19-04-2001

19/04 '01 DO

Fig. 2



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitsbarriere zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitsbarriere nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers (15), mit einem Eingangsanschluss (8) und einem Ausgangsanschluss (16) sowie Eingangs- und Ausgangsanschluss (10, 17) einer gemeinsamen Leitung (12), wobei die Sicherheitsbarriere wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7, 13, 14) aufweist, umfassend eine Sicherung (F1), eine auf die gemeinsame Leitung (12) bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung (D3), eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung (R6) sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7, 13, 14) angeordnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GD	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BD	Burma	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Sicherheitsbarriere zum Begrenzen von Strom und Spannung

## Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitsbarriere zum Begrenzen von Strom  
5 und Spannung eines der Sicherheitsbarriere nachgeschalteten elektrischen  
Verbrauchers, zum Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem  
Eingangsanschluß und einem Ausgangsanschluß sowie Eingangs- und  
Ausgangsanschluß einer gemeinsamen Leitung, beispielsweise Masselei-  
10 tung, wobei die Sicherheitsbarriere wenigstens eine Spannungs- und Strom-  
begrenzungseinrichtung, wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend wenig-  
stens eine Sicherungseinrichtung, wie Schmelzsicherung, eine auf die  
gemeinsame Leitung bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung, eine  
mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung  
15 sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strom-  
begrenzungseinrichtung angeordnet ist, gemäß dem Oberbegriff des  
Anspruchs 1.

## Stand der Technik:

Viele elektrische Geräte oder Verbraucher müssen zur Vermeidung von  
20 Ausfällen, die zu Schäden führen können, gegen zu hohe Spannungen oder  
Ströme geschützt werden. Insbesondere sind derartige Schutzbeschaltungen  
in explosionsgefährdeten Bereichen notwendig.

Durch die EP 0 359 912 A1 ist eine Schaltungsanordnung für eine  
25 Sicherheitsbarriere gemäß der eingangs genannten Gattung zum  
Begrenzen von Strom und Spannung an einer in einen explosions-  
gefährdeten Bereich laufenden Zweidrahtleitung mit zwei Sicherungen  
bekannt geworden, mit einem zwei Eingangsanschlüsse aufweisenden Ein-  
gang, an dem eine Spannungsquelle anschließbar ist und einem zwei  
30 Ausgangsanschlüsse aufweisenden Ausgang, der mit der Zweidrahtleitung  
verbunden ist. An die Eingangsanschlüsse ist eine erste Spannungsbegren-  
zungsschaltung angeschlossen, welche eine erste Sicherung und eine erste  
Spannungsbegrenzungseinrichtung aufweist. Der Ausgang der Span-  
nungsbegrenzungsschaltung ist mit einer Strombegrenzungsschaltung ver-  
35 bunden, wobei zumindest einige Teile der Schaltungsanordnung ein-



schließlich der Sicherung unzugänglich in einem Gehäuse gekapselt sind. Zwischen dem Eingang und der ersten Spannungsbegrenzungsschaltung liegt eine Schaltung aus einer zweiten Sicherung und einer zweiten Spannungsbegrenzungseinrichtung, die eine einer Zenerdiode ähnliche Charakteristik aufweist. Die erste Spannungsbegrenzungsschaltung ist eingangsseitig parallel zu der zweiten Spannungsbegrenzungseinrichtung geschaltet und über die zweite Sicherung mit dem Eingang verbunden, wobei zumindest die zweite Sicherung manuell zugänglich ist. Somit kann auch im Kurzschlußfall bei der Sicherheitsbarriere die zugängliche Sicherung ausgetauscht werden. Nachteilig ist die Verwendung von zwei Sicherungen, von denen die eine beim Ansprechen der Sicherheitsbarriere durchbrennt und manuell ausgewechselt werden muß. Ein selbstständiges Wiedereinschalten der Schaltungsanordnung ist nicht möglich.

Aus der DE-PS 36 22 268 (US-PS 4,831,484) ist eine Sicherheitsbarriere mit einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barriereneingang, einem zwei Anschlüsse aufweisenden Barrierenausgang und einem in einer Verbindung zwischen dem Barriereneingang und dem -ausgang liegenden elektronischen Längssteuerglied mit einem Steuereingang bekannt geworden, wobei das Längssteuerglied ein Transistor sein kann. Eine am Eingang vorgesehene Sicherung in Verbindung mit spannungsbegrenzenden Zenerdioden dient dazu, die Ausgangsspannung dann abzuschalten, wenn die Spannung am Eingang der Sicherheitsbarriere die Sperrspannung der Zenerdioden überschreitet. Ansonsten würde ein Stromanstieg die Folge sein, der über dem Strom liegen würde, den die Sicherheitsbarriere bei maximal zulässiger Eingangsspannung an ihrem Ausgang zum Verbraucher abgeben darf. In diesem Fall löst die Sicherung aus und schaltet die Ausgangsspannung ab. Der im Kurzschlußfall auftretende maximale Ausgangsstrom liegt normalerweise unter dem Auslösestrom der Schmelzsicherung, so dass sie in diesem Fall normalerweise nicht anspricht. Liegt allerdings der maximale Ausgangsstrom oberhalb des Auslösestroms der Schmelzsicherung, so brennen irreparabel Bauelemente der Sicherheitsbarriere durch, so dass die nicht austauschbare Sicherung ihren Zweck nicht erfüllen kann.

Durch die EP 0 310 280 B1 ist eine Shuntdioden-Sicherheitsbarriere zum Anschluß an eine Spannungsversorgung bekannt geworden, mit einem Shuntdiodenmittel, einem Schmelzbauteil auf der Spannungsversorgungsseite der Shuntdiodenmittel, einem in Reihe mit dem Schmelzbauteil angeschlossenen und zur Schaltung in Reihe mit einer Last angeordneten Strombegrenzerkreis und mit Wärmeschutzmittel, um eine Überhitzung der Barrierebauteile zu verhindern, wenn eine übermäßige Spannung angelegt wird. Der Strombegrenzerkreis ist in Reihe zwischen dem Schmelzbauteil und dem Shuntdiodenmittel geschaltet und so angeordnet, dass das Schmelzbauteil gegen angelegte Spannungen größer als die normale maximale Arbeitsspannung geschützt ist. Das Wärmeschutzmittel innerhalb der Sicherheitsbarriere umfaßt eine Zenerdiode, die zwischen dem Schmelzbauteil und dem Strombegrenzerkreis angeschlossen ist. Diese Schaltung hat den Nachteil, dass sie einen hohen Querstrom und damit eine hohe Verlustleistung aufweist. Außerdem besitzt diese Schaltungsart einen erheblichen Längsspannungsabfall.

#### Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sicherheitsbarriere der genannten Gattung zu schaffen, die ohne auswechselbare Sicherung auskommt und die insbesondere eine geringe Verlustleistung aufweist, wobei Spannungsverluste wie auch Querströme nur sehr gering sein sollen.

#### Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile;

Die Lösung der Aufgabe besteht darin, dass die weitere Schutzschaltung einen Feldeffekttransistor als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet ist und das Gate zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß und an das Gate des Schalt- und/oder Regeltransistors ein zweiter Transistor angeschlossen ist, dessen Kollektor zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder Regeltransistors mit dem Gate desselben verbunden ist, und die Spannung nach der Source-Drain-Strecke des Schalt- und/oder Regeltransistors über einen Rückkopp-

lungswiderstand auf die Basis des zweiten Transistors rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis des zweiten Transistors und der gemeinsamen Leitung eine Spannungsfühlerschaltung angeordnet ist oder zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß und der  
5 Source des Schalt- und/oder Regeltransistors ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet ist.

Die erfindungsgemäße Sicherheitsbarriere dient vorteilhaft zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung als auch zur Überstromabschaltung  
10 bzw. -begrenzung. Vorteilhaft kommt die Schutzschaltung ohne eine auswechselbare Sicherung aus. Somit ist gewährleistet, dass die unzugängliche Sicherung der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, die eine Zenerbarriere beinhalten kann, bei Auftreten einer Überspannung nicht zerstört wird. Damit können vorteilhaft sowohl die Ex-Anforderungen  
15 einer Sicherheitsbarriere als auch die Anforderungen einer bedienungsfreien elektronischen Sicherung kombiniert werden.

Insbesondere weist die Sicherheitsbarriere eine geringe Verlustleistung auf, da sie nahezu keinen Querstrom im Bereich der Betriebsspannung und nur  
20 einen sehr geringen Spannungsabfall über dem Schalt- und/oder Regeltransistor, also Längsspannungsabfall, besitzt. Ebenso weist die Sicherheitsbarriere eine geringe Verlustleistung in ihrem abschaltenden Zustand und gegebenenfalls rückgeregelten Zustand auf. Die Sicherheitsbarriere ist mit diskreten Bauelementen preislich günstig herzustellen. Weitere vorteilhafte  
25 Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Es sind vorteilhaft drei eng miteinander verwandte Grundschaltungen der weiteren Schutzschaltung der Sicherheitsbarriere gegeben. Entweder ist zur Stromerfassung zwischen dem Eingangsanschluß und der Source des  
30 Schalt- und/oder Regeltransistor ein Längswiderstand als Stromfühler angeordnet. Die Einleitung der Abschaltung oder Regelung wird über die Widerstände R1 bis R3 ausgelöst und erfolgt durch den Laststrom im Leitungspunkt 9, welcher in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung fließt. Diese Schaltung ist dort zweckmäßigerweise anzuwenden,  
35 wo zu hohe Lastströme vermieden werden sollen.

Oder zwischen der Basis des zweiten Transistors und der gemeinsamen Leitung ist zur Spannungsdetektion eine Spannungsfühlerschaltung unter Weglassung des stromführenden Längswiderstandes angeordnet. Diese Schaltung ohne stromführenden Längswiderstand dient hauptsächlich der  
5 Überspannungsabschaltung bzw. Überspannungsbegrenzung. Die Einleitung der Abschaltung oder Regelung wird über den Widerstand R5 und die Diode D1 ausgelöst und erfolgt über die Eingangsspannung UE. Der Hauptvorteil dieser Schaltung liegt darin, daß der Spannungsabfall der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann, was kleine Verlust-  
10 leistungen bedingt (s. Figur 7).

Falls die Schutzschaltung gleichzeitig sowohl zur Spannungs- als auch zur Strombegrenzung dienen soll, sind sowohl der Längswiderstand R1 als Stromfühler als auch die Spannungsfühlerschaltung als Spannungsdetektor vorhanden, so dass vorteilhaft Überspannungsabschaltung bzw. -be-  
15 grenzung und Überstromabschaltung bzw. -begrenzung kombiniert sind.

In der Spannungsfühlerschaltung kann eine Zener- oder Diacdiode als Spannungsdetektor dienen, der ein Widerstand R5 in Reihe geschaltet ist.  
20 Sofern abschaltende Eigenschaften dieser weiteren Schutzschaltung erwünscht sind, ist zur Verringerung des dann erforderlichen Rückkopplungsstromes zwischen die Basis des Transistors Q2 und Source des Schalt- und/oder Regeltransistor Q1 ein Widerstand R2 gelegt. Die Größe dieses Widerstandes bestimmt den erforderlichen Rückkopplungsstrom. Der  
25 Wert des Widerstandes R2 kann zwischen Null bis  $\infty$  liegen.

Zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung kann der Rückkopplungswiderstand durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt sein, die zum Beispiel eine Konstantstromschaltung sein kann, um den maximalen Rückkoppelstrom unab-  
30 hängig von der Ausgangsspannung bzw. Versorgungsspannung einstellen zu können.

In höchst vorteilhafter Ausgestaltung der Sicherheitsbarriere wird der Rückkopplungsstrom mittels des Rückkopplungswiderstandes oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt, dass sich bei Überlast ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst beim  
5 Anlegen einer Spannung größer als die Eingangsnennspannung ein Abschalten des Stromes in die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung erfolgt und ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschliessenden Absenken der Versorgungsspannung auf Eingangsnennspannung gegeben ist. Dadurch ist der Vorteil gegeben, dass die Sicherheitsbarriere nach ihrem Ansprechen bzw. nach dem Abschalten der Last  
10 selbstständig wieder einzuschalten imstande ist, sobald die Überspannung bzw. der Überstrom auf die Eingangsnominalspannung bzw. den Nominalstrom zurückgegangen ist.

15 Zur Verringerung des Rückkopplungsstromes in der weiteren Schutzschaltung kann ein Widerstand zwischen die Basis des Transistors Q2 und Source des Schalt- und/oder Regeltransistors Q1 gelegt sein.

Die Rückkopplungsspannung des Rückkopplungswiderstandes kann sowohl  
20 direkt nach dem Drain des Schalt- und/oder Regeltransistors als auch an jedem beliebigen Schaltungspunkt des Stromweges zwischen den Leitungspunkten 9 und 16 (Figur 1) abgreifbar und auf die Basis des zweiten Transistors rückgekoppelt sein.

25 Die Sicherheitsbarriere kann zum Beispiel einen Rückkopplungswiderstand solcher Größe aufweisen, dass sich beim Betrieb mit Nennspannung ein auf einen Bruchteil des zu begrenzenden Laststromes abgeregelter Rücklaufstrom ergibt. Bei Eingangsnennspannung und auftretendem Überstrom schaltet die Sicherheitsbarriere dann nicht ab; bei Vorhandensein einer  
30 Überspannung erhöht sich der Rückkoppelstrom um das Verhältnis von Eingangsspannung zu Eingangsnominalspannung  $U_E:U_{ENOM}$ . Nunmehr wird die Spannung  $U_{9-11}$  der Sicherheitsbarriere oder des zu schützenden elektrischen Gerätes abgeschaltet bzw. abgetrennt. Verringert sich die Eingangsspannung  $U_E$  der Sicherheitsbarriere auf ihren Eingangsnominalwert  $U_{ENOM}$ , schaltet die Sicherheitsbarriere ohne weiteres Zutun wieder  
35

selbstätig ein bzw. nimmt den Zustand mit abgeregeltem Rücklaufstrom an, womit sich ein selbständiges Anpassen an die Versorgungsbedingungen ergibt.

- 5 Somit ist es möglich, die Sicherheitsbarriere an Netzen zu betreiben, die zeitweilige Überspannungen aufweisen, wobei dann, solange die Überspannung anhält, die angeschlossene zu schützende Schaltung vor dieser Überspannung geschützt wird, ohne dass ein Reset erforderlich ist. Dadurch wird ein Einsatz von empfindlichen Geräten in Verbindung mit der
- 10 erfindungsgemäßen Sicherheitsbarriere in stark instabilen Netzen möglich.

- Ebenso können mittels des Rückkopplungswiderstandes oder mit der Steuer- oder Regelschaltung bestimmte Eigenschaften der Überstrom- oder Überspannungsbegrenzung eingestellt werden. Dadurch kann eine entsprechende Auswerteelektronik vorgewählte Abregelkennlinien oder Abschalt-
- 15 kennlinien erzeugen, wodurch zum Beispiel eine Abschaltverzögerung programmiert werden kann. Eine Verschachtelung von Zenerbarrieren und derartiger Begrenzerschaltung ist ebenfalls möglich.

- 20 Eine zu schützende Elektronik hat im Regelfall einen festen Stromaufnahmebereich und braucht nicht zusätzlich gegen Überstrom geschützt zu werden. Hier bietet sich die Schaltung mit Spannungsdetektor an (Figur 1). Bei offenen Verbindungen zwischen Sicherheitsbarriere bzw. Schutzschaltung und zu schützender Elektronik bzw. Last ist ein Kurzschluß auf den
- 25 Verbindungsleitungen möglich. Hier gelangt zweckmäßig die Schaltung mit Stromfühler und Überstrombegrenzung (Figur 2) zum Einsatz.

- Wenn in Anwendungen Eingangsspannungen abzuschalten sind, die größer als die zulässige Spannung zwischen Gate und Source des Schalt-
- 30 und/oder Regeltransistor sind, so ist parallel zu Gate und Source des Schalt- und/oder Regeltransistor zwischen Gate und Source desselben eine Zenerdiode zum Schutz der Gate-Source-Strecke gelegt. Oder zur Verringerung der Gate-Ansteuerspannung ist eine Zenerdiode in Reihe mit dem Widerstand R4 geschaltet. Je nach ausgewähltem Feldeffekttransistor schützen
- 35 diese Zenerdioden vor zu großen Steuerspannungen am Gate. Die Zener-

dioden können auch integraler Bestandteil des Schalt- und/oder Regeltransistor sein.

Die Sicherheitsbarriere bzw. Schutzschaltung kann eine Reset-Einrichtung, wie Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung aufweisen, falls die Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung auslösen sollte. Das kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn die Rückkopplung so eingestellt ist, dass die Schutzschaltung beim Ansprechen die nachfolgende zu schützende Schaltung bzw. Last von der Versorgungsspannung bleibend trennt.

Des Weiteren kann in der Sicherheitsbarriere bzw. Schutzschaltung statt des Feldeffekttransistors als Schalt- und/oder Regeltransistor ein bipolarer Transistor eingesetzt werden, dessen Kollektor-Emitterstrecke-Strecke zwischen dem Eingangsanschluß und dem Ausgangsanschluß der weiteren Schutzschaltung - bezogen auf Figur 1 am Knoten 9 - angeordnet ist und dessen Basis zur Zuführung der Basis-Steuerspannung über einen Widerstand mit der gemeinsamen Leitung verbunden ist.

Innerhalb der Sicherheitsbarriere kann als Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung jede beliebige derartige Einrichtung angeordnet sein, beispielsweise eine Zenerbarriere in bekannter oder anderer Ausführung, wie auch die Sicherungseinrichtung beliebig sein kann, zum Beispiel eine Schmelzsicherung. Soll die Sicherheitsbarriere für einen explosionsgefährdeten Bereich zum Einsatz gelangen, so ist in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung der Sicherheitsbarriere eine Schmelzsicherung zusammen gewöhnlich mit einer Zenerbarriere kombiniert.

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild einer Sicherheitsbarriere zur Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung wie des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 2 ein Schaltbild einer weiteren Sicherheitsbarriere mit stromführenden Widerstand vorzugsweise zur Überstromabschaltung bzw. -

begrenzung zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung oder andere zu schützende Schaltung oder des nachgeschalteten Verbrauchers

Figur 3 ein Schaltbild einer Sicherheitsbarriere mit der Kombination von  
5 Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung, wobei hier in der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors zusätzlich eine Zenerdiode angeordnet ist

Figur 4 das Schaltbild der Sicherheitsbarriere nach Figur 3 mit nachgeschaltetem Verbraucher, wobei der Rückkopplungswiderstand  
10 nach der Sicherheitsbarriere angeschlossen ist

Figur 5 eine weitere technische Ausführung der Sicherheitsbarriere

Figur 6 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 2 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes und

15 Figur 7 Spannungsverläufe  $U_{9,11}$  und  $U_E$  beim Auslösen der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 1 bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

20 Figur 1 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitsbarriere, die zur Spannungsdetektion dient und vorzugsweise eine Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitsbarriere selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Die Sicherheitsbarriere, die prinzipiell in eine Zweidrahtleitung eingefügt sein  
25 kann, besitzt wenigstens zwei Eingangsanschlüsse 8, 10 und wenigstens zwei Ausgangsanschlüsse 16 und 17, wobei Eingangsanschluss 10 und Ausgangsanschluss 17 zu einer gemeinsamen Leitung 12 gehören, beispielsweise Masseleitung, bzw. zusammenfallen können. An die Ausgangsanschlüsse 16, 17 ist ein elektrischer Verbraucher 15 anschließbar.

30

Die gestrichelt umrandete Sicherheitsbarriere besteht prinzipiell aus einer in der Leitung 8-9-16 liegenden Sicherung F1, die vorzugsweise eine Schmelzsicherung ist, sowie einer von einem Knoten 18 der Leitung 8-9-16 auf die gemeinsame Leitung 12 bezogenen Spannungsbegrenzungseinrichtung, welche durch die Zenerdiode D3 symbolisiert ist; es können  
35



auch eine Mehrzahl von parallel geschalteten Dioden oder sonstige bekannte Barrieren, wie Zenerbarrieren, zur Anwendung gelangen. Nach dem Anschlußknoten 18 in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung folgt eine Strombegrenzungseinrichtung, die in Reihe mit der Sicherung F1 liegt und durch den Widerstand R6 symbolisiert ist. Vorzugsweise kann der Sicherung F1 vor dem Anschlußknoten in der Leitung 8-9-16 der ersten Spannungsbegrenzungseinrichtung ein Widerstand R7 in Reihe geschaltet sein. Diese Spannungs-Strombegrenzungseinrichtung ist in Figur 1 voll umrandet mit der Bezugsziffer 14 bezeichnet.

10

Vor der Sicherung F1 ist eine weitere, zweite Schutzschaltung angeordnet, deren Bauelemente teilweise parallel den Eingangsanschlüssen 8, 10 und teilweise in Reihe mit der Sicherung F1 innerhalb der Leitung 8-9-16 oder auch 10-17 angeordnet sind und die ebenfalls eine Spannungs- und/oder Strombegrenzungsschaltung darstellt. Die Spannungs- und/oder Strombegrenzungsschaltung weist prinzipiell einen Feldeffekttransistor Q1 als Schalt- und/oder Regeltransistor auf, der als Längssteuerglied in den Figuren 1, 2 oder 3 als Schalt- und/oder Regeltransistor betrieben wird. Dazu liegt der Feldeffekttransistor Q1 mit seiner Source-Drain-Strecke längs zwischen dem Eingangsanschluß 8 und dem Knoten 9 und vor der Sicherung F1, wobei Source mit dem Eingangsanschluß 8 und Drain mit dem Knoten 9 verbunden ist. Das Gate G des Schalttransistors Q1 ist zur Zuführung der Steuerspannung über einen Widerstand R4 mit der gemeinsamen Leitung 12 verbunden.

25

Vor der Source-Gate-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist ein zweiter Transistor Q2 angeordnet, dessen Ausgang, hier der Kollektor Q2<sub>1</sub>, zur Beeinflussung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Gate G desselben verbunden ist. Der Emitter Q2<sub>2</sub> des Transistor Q2 ist mit dem Eingangsanschluß 8 verbunden. Die Spannung bzw. der Strom nach der Source-Drain-Strecke des Feldeffekttransistors Q1 ist über einen Rückkopplungswiderstand R3 am Knoten 9 auf die Basis Q2<sub>1</sub> des zweiten Transistors Q2 zu dessen Ansteuerung rückgekoppelt.

30

Zwischen der Basis Q2, des Transistors Q2 und der gemeinsamen Leitung 12 ist eine Zenerdiode D1 mit ihrer Anode auf die Leitung 12 geschaltet, wobei in Reihe mit der Zenerdiode D1 ein Widerstand R5 liegt, der optional sein kann. Auf der Seite der Source S des Feldeffekttransistors Q1 und der Basis von Q2 kann ein Widerstand R2 angeordnet sein, dessen Dimensionierung so gewählt ist, dass er zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rückkopplungswiderstand R3 dient.

Die Auslösung dieser Spannungsbegrenzungs-Schutzschaltung erfolgt durch eine Überspannung direkt, wodurch der Strom in der nachgeschalteten Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung D3, R6 mit vorzugsweise unzugänglicher Schmelzsicherung F1 gar nicht erst unzulässig ansteigen kann. Es wird somit die Abschaltung oder Rückregelung über die Zenerdiode D1 und den Widerstand R5 durch eine zu hohe Versorgungsspannung direkt eingeleitet. Die Einleitung der Abschaltung oder Rückregelung erfolgt somit ausschließlich über die Eingangsspannung UE über den Eingängen 8, 10. Der Hauptvorteil liegt darin, dass der Spannungsabfall und somit die Verlustleistung der Schutzschaltung extrem klein gehalten werden kann. Zum Beispiel sind die folgenden Werte vorteilhaft: Bei  $R_{ON} = 0,2 \text{ Ohm}$  und  $J_a = 100 \text{ mA}$  ergibt sich ein  $V_{Rest} = 20 \text{ mV}$ .

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Sicherheitsbarriere, die zur Strombegrenzung dient und eine Stromabschaltung bzw. -begrenzung zum Schutz der Sicherheitsbarriere selbst sowie eines nachgeschalteten zu schützenden elektrischen Verbrauchers 15 darstellt. Mit dem Eingangsanschluß 8 ist ebenso ein Widerstand R1 verbunden, dessen anderes Ende mit Source S des Feldeffekttransistors Q1 verbunden ist. Dieser Widerstand R1 dient als Stromfühler zum Erkennen von unzulässig hohen Strömen. Ebenso kann zwischen R1 auf der Seite der Source S und der Basis von Q2 der Widerstand R2 vorhanden sein, der auch hier zur Verringerung des notwendigen Rückkopplungsstromes über den Rückkopplungswiderstand R3 dient.

Die Schaltung ist im Normalbetrieb so ausgelegt, dass der Feldeffekttransistor Q1 über den Widerstand R4 eine Steuerspannung von der Versorgungsspannung erhält und im EIN-Zustand gehalten ist, so dass der

Drainstrom durch den Stromfühler-Widerstand R1 und den Schalttransistor Q1 fließt. In diesem Zustand fließt nahezu keine Steuerstrom und somit auch kein Querstrom in das Gate, der den Meßwert des Stromes einer eventuellen Meßstrecke verfälschen könnte. Der stromführende Widerstand

5 R1 steuert über den Widerstand R3 die Basis Q2 des Transistors Q2 an, der im Normalbetrieb gesperrt ist.

Steigt der Strom im Widerstand R1 auf einen Wert oberhalb der Steuerungsspannung  $U_{BE}$  von Q2 an, z.B. auf 0,6 V, - zum Beispiel steigt bei Überspannung der Querstrom in der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7 an - wird zusätzlich über den Rückkopplungswiderstand R3 auf die Basis Q2 des Transistors Q2 eine entsprechend anwachsende  $U_{BE}$ -Spannung rückgekoppelt, so dass der Transistor Q2 leitend wird. Dadurch sinkt die Steuerspannung des Gates G des Feldeffekttransistors Q1, so dass

15 der Drainstrom abgeschaltet bzw. abgeregelt und damit der Ausgangsstrom der Schutzschaltung abgeschaltet bzw. abgeregelt wird und nicht weiter ansteigen kann (Konstantstrom). Damit stellt sich ein Kipp- oder Regelverhalten in Abhängigkeit von der Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes R3 ein, weshalb durch R3 die Eigenschaften

20 der Schutzschaltung als Regler oder als Schalter eingestellt werden kann.

Im abgeschalteten Zustand der weiteren Schutzschaltung fließt ein geringer Haltestrom, nämlich Fühler- oder Reststrom, über den Rückkopplungswiderstand R3 und den Widerstand R2, so vorhanden, an die Ausgänge 9, 11.

25 Da diese Widerstände R2 und R3 entsprechend groß ausgelegt werden können, kann dieser Reststrom leicht von der zu schützenden Elektronik aufgenommen werden, zum Beispiel durch ihre eigene Stromaufnahme oder von einer Zenerdiode.

Bei der Auslegung der weiteren Schutzschaltung gemäß Figur 2 ist zu beachten, dass eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, zum Beispiel Zenerbarriere, eine spannungsabhängig Last darstellt, d. h. ein Überstrom wird unmittelbar durch eine Überspannung an der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung verursacht und erst dadurch die

35 Abschaltung der weiteren Schutzschaltung eingeleitet. Ein Kurzschluss

nach der Sicherheitseinrichtung bzw. der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung bzw. Zenerbarriere ist bei der Dimensionierung nicht zu berücksichtigen, weil die Sicherung F1 bei den bisherigen Auslegungen nicht auslösen darf. Der Abschaltstrom der weiteren Schutzschaltung wird  
5 ausschließlich zum Schutz der Sicherung F1 innerhalb der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausgelegt.

Darüber hinaus sind zusätzlich noch Auslegungen der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung möglich, wie sie bisher im Stand der  
10 Technik vermieden wurden. Die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R6 muss so dimensioniert werden, dass die nicht auswechselbare Sicherung F1 bei Kurzschluss am Ausgang nicht zerstört wurde. Da jetzt ein zusätzlicher Stromschutz für die Sicherung F1 vorgesehen ist, kann die Strombegrenzungsschaltung bzw. der Widerstand R6 der  
15 Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 ausschließlich nach EX-Bedingungen dimensioniert werden. So kann z.B. ein niedrigerer Widerstand R6 eine größere Ausgangsleistung als bisher zur Verfügung stellen, ohne dass gleichzeitig die Sicherung F1 und die Zenerdiode D3 oder mehrere derartiger Dioden innerhalb der Spannungs- und Strombegren-  
20 zungseinrichtung 7, 13, 14 verstärkt werden müssen, was eine größere abführbare Leistung im Normalbetrieb bedeutet. Insbesondere sind derartige verbesserte EX-Bedingungen vorteilhaft, wenn an die Sicherheitsbarriere eine insbesondere nichtlineare Last 15 angeschlossen ist.

25 Figur 3 zeigt eine Sicherheitsbarriere in Kombination von Überstromabschaltung bzw. -begrenzung und Überspannungsabschaltung bzw. -begrenzung der Figuren 1 und 2 zum Schutz der Spannungs-Strombegrenzungseinrichtung 7 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der stromführende Widerstand R1 und die Zenerdiode D1 der Figuren 1 und 2 sind vorhanden,  
30 so dass die Funktionen aus den Schaltungen der Figuren 1 und 2 zusammen vorhanden sind. Zusätzlich liegt hier in der Gatezuleitung des Feldeffekttransistors Q1 mit dem Widerstand R4 in Reihe eine Zenerdiode D4, die optional ist.

Des Weiteren ist in Figur 3 parallel zu Gate G und Source S des Feldeffekttransistors Q1 zwischen Gate und Source desselben zum Schutz der Gate-Source-Strecke G-S eine Zenerdiode D2 gelegt, die auch integraler Bestandteil des Feldeffekttransistors Q1 sein kann.

5

Figur 4 zeigt das Schaltbild der Sicherheitsbarriere gemäß Figur 3 zum Schutz der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 sowie der nachgeschalteten Last 15. Der Rückkopplungswiderstand R3 ist erst nach der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 13 an deren Ausgang 16  
10 angeschlossen.

Figur 5 zeigt eine weitere technische Ausgestaltung der Schutzschaltung, wobei hier parallel zur Source-Gate-Strecke des Schalt- und/oder Regeltransistors Q1 die Diode D2 ohne der Diode D4 vorhanden ist,  
15 ansonsten aber die Schutzschaltung derjenigen in Figur 3 entspricht.

Zur Einstellung des Rückkoppelstromes kann, unabhängig von der Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung, der Rückkopplungswiderstand R3 durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt werden, die auch eine  
20 Konstantstromschaltung sein kann.

Der Rückkopplungsstrom kann mittels des Rückkopplungswiderstandes R3 oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt werden, dass sich bei Überlast ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt  
25 und erst beim Anlegen einer Spannung größer als die Nennspannung ein Abschalten des Laststromes erfolgt und somit ein selbstständiges Wiedereinschalten beim anschließenden Absenken der Versorgungsspannung auf Nennspannung gegeben ist.

30 Damit die weitere Schaltung nach dem Ansprechen bzw. Auslösen wieder selbsttätig einschalten kann, müssen gewisse Dimensionierungsbedingungen für den Rückkopplungswiderstand R3 eingehalten werden. Die untere Grenze für die Dimensionierung des Widerstands R3 ist dadurch gegeben, dass der Spannungsabfall über den Widerstand R2 innerhalb des  
35 Spannungsteilers R2, R3 kleiner bleibt als UBE des Transistors Q2, der

ansonsten öffnen würde. Die obere Grenze für die Dimensionierung des Rückkopplungswiderstandes  $R_3$  ist anwendungsspezifisch beliebig hoch, das heißt, dass der Rückkopplungswiderstand  $R_3$  gegen Unendlich gehen kann, wobei sich in diesem Fall ein Konstantstromverhalten einstellt.

5

In der Figur 6 sind verschiedene Schaubilder a) bis e) dargestellt, wobei sich diese Figur 6 auf die Sicherheitsbarriere der Figur 2 bezieht. In den Schaubildern a) bis d) ist jeweils die Spannung  $U_{9-11}$  sowie die Verlustleistung über dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf aufgetragen; Parameter ist ein veränderter Wert für den Rückkopplungswiderstand  $R_3$  bei einer bestimmten ausgewählten Dimensionierung der übrigen Bauelemente. Wird der Rückkopplungswiderstand  $R_3$  unter einen bestimmten Wert gewählt, so kann die weitere Schaltung nach Ansprechen nicht mehr selbsttätig einschalten, was hier beispielsweise bei einem Wert von  $R_3$  von 150 K $\Omega$  der Fall ist. Bei einem Wert von circa 250 K $\Omega$  oder 330 K $\Omega$  schaltet die weitere Schaltung nach ihrem Ansprechen wieder selbsttätig ein, was in den Schaubildern b) und c) gezeigt ist. Wird der Widerstand  $R_3$  über eine bestimmte Grenze hinaus dimensioniert, so stellt sich in Folge der spannungsbegrenzenden Wirkung der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung 7, 13, 14 eine konstante Ausgangsspannung ein, was im Schaubild d) gezeigt ist. Hier allerdings wächst die Verlustleistung der weiteren Schaltung überproportional an.

Figur 7 zeigt verschiedene, der Figur 6 ähnliche Schaubilder a) bis e), die sich auf die Sicherheitsbarriere der Figur 1 beziehen. Es sind die Spannungsverläufe  $U_{9-11}$  sowie die Verlustleistungen über dem Eingangsspannungs- bzw. Versorgungsspannungsverlauf beim Auslösen der Sicherheitsbarriere bei unterschiedlichen Werten des Rückkopplungswiderstandes dargestellt. Bei kleinen Werten des Rückkopplungswiderstandes, zum Beispiel 150 k $\Omega$  bei ansonsten bestimmter ausgewählter Dimensionierung der übrigen Bauelemente, schaltet die Sicherheitsbarriere nach ihrer Auslösung, wenn die Spannung auf die Eingangsnennspannung  $U_{ENEN}$  gesunken ist, nicht mehr ein. Bei größeren Werten hingegen, beispielsweise

- ab  $R_3=250\Omega$ , schaltet die Sicherheitsbarriere höchst vorteilhaft wieder selbststättig ein, wenn die auslösende, gefährdende Spannung auf die Eingangsnennspannung  $U_{ENEN}$  gesunken ist. Das ist auch bei sehr großen Werten von  $R_3$  der Fall. Aus den Schaubildern ist noch ersichtlich, dass tatsächlich die
- 5 Verlustleistung der Sicherheitsbarriere in allen zu betrachtenden Fällen äußerst gering ist.

- Nachstehend ist ein Beispiel für eine "grobe" Dimensionierung (Fein-Dimensionierung erfolgt mit Simulator Programm) der Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$
- 10 und  $R_3$  zur Anpassung der Strombegrenzer-Kippstufe angegeben, wobei hier die Variante Abschalten betrachtet wird (nicht kippen):

$$U_{BEQ2} = (U_E \circ (R_1 + R_2)) / (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow R_3 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) \circ (R_1 + R_2)$$

Definiert  $I_{max}$  in  $Q_1 = 50 \text{ mA}$

$$R_1 = 0.5V / 50mA = 10 \Omega$$

\*  $U_{BEQ2}$  mit 0.5 V angenommen

- 15 Für ein gewünschtes Wieder-Einschalten wird der Kurzschluß-Strom für Nominal-Eingangsspannung  $U_{ENEN}$  auf ca. 10% von  $I_{max}$  festgelegt:

$$U_{R1} = 10 \Omega \circ 5 \text{ mA} = 50 \text{ mV}$$

$$U_{R2} = 0.5 \text{ V} \cdot 0.05 \text{ V} = 0.45 \text{ V}$$

- 20 Definition des Querstroms durch  $R_3 = R_2 = 30 \mu\text{A}$

$$R_2 = 0.45 \text{ V} / 30 \mu\text{A} = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = ((U_E / U_{BEQ2}) - 1) \circ (R_1 + R_2) = (8 \text{ V} / 0.5 \text{ V} - 1) \circ (10 \Omega + 15 \text{ k}\Omega) = \underline{\underline{225 \text{ k}\Omega}}$$

\*\* angenommen f. Ex

- 25 Gewerbliche Anwendbarkeit:

Der Gegenstand der Erfindung ist als Sicherheitsbarriere, insbesondere für explosionsgeschützte Räume, gewerblich anwendbar sowie die weitere Schutzschaltung auch überall dort, wo ein elektrisches Gerät vor einer Überspannung oder einem Überstrom geschützt werden soll. Die weitere

- 30 Schutzschaltung allein kann vorteilhaft auch als elektrische bzw. elektronische Vorschaltsicherung eingesetzt werden, indem sie beim Auftreten von Überspannungen oder Überströmen nachgeschaltete elektrische Geräte

vor unzulässigen Spannungen und Strömen schützt; die angeschlossenen Geräte werden somit auch beim versehentlichen Anschließen an zu große Versorgungsspannungen nicht beschädigt.

5

# Liste der Bezugszeichen:

	Q1	Feldeffekttransistor
	Q2	Transistor
10	Q21	Emitter des Transistors Q2
	Q22	Basis des Transistors Q2
	Q23	Kollektor des Transistors Q2
	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7	Widerstände
	D1, D2, D3, D4	Dioden
15	F1	Schmelzsicherung
	7, 13, 14	Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung, zum Beispiel Zenerbarriere
	8, 10	Eingangsanschlüsse der Sicherheitsbarriere
	9, 11	Ausgänge bzw. Knoten der weiteren
20		Schutzschaltung
	12	gemeinsame Leitung, wie Masseleitung
	15	Verbraucher bzw. Last
	16, 17	Ausgangsanschlüsse der Sicherheitsbarriere
25	18	Knoten
	D	Drain von Q1
	S	Source von Q1
	G	Gate von Q1
	U <sub>E</sub>	Eingangsspannung
30	U <sub>A</sub>	Ausgangsspannung
	U <sub>ENEN</sub>	Eingangsnennspannung

35



## Patentansprüche:

1. Sicherheitsbarriere zum Begrenzen von Strom und Spannung eines der Sicherheitsbarriere nachgeschalteten elektrischen Verbrauchers (15), zum  
5 Beispiel Meßwertgeber, mit mindestens einem Eingangsanschluß (8) und einem Ausgangsanschluß (16) sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß (10,17) einer gemeinsamen Leitung (12), beispielsweise Masseleitung, wobei die Sicherheitsbarriere wenigstens eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14), wie Zenerbarriere, aufweist, umfassend  
10 wenigstens eine Sicherungseinrichtung (F1), wie Schmelzsicherung, eine auf die gemeinsame Leitung (12) bezogene Spannungsbegrenzungseinrichtung (D3), eine mit dem Ausgang derselben verbundene Strombegrenzungseinrichtung (R6) sowie eine weitere Schutzschaltung, welche vor der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet  
15 ist, dadurch gekennzeichnet,  
dass die weitere Schutzschaltung einen Feldeffekttransistor (Q1) als Schalt- und/oder Regeltransistor aufweist, dessen Source-Drain-Strecke (S-D) zwischen dem Eingangsanschluß (8) und der Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) angeordnet ist und das Gate (G) zur Zuführung  
20 der Steuerspannung des Feldeffekttransistors (Q1) über einen Widerstand (R4) mit der gemeinsamen Leitung (12) verbunden ist, wobei an den Eingangsanschluß (8) und an das Gate (G) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein zweiter Transistor (Q2) angeschlossen ist, dessen Kollektor (Q2c) zur Beeinflussung der Steuerspannung des Schalt- und/oder  
25 Regeltransistors (Q1) mit dem Gate (G) desselben verbunden ist, und die Spannung (U<sub>9,11</sub>) nach der Source-Drain-Strecke (S-D) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) über einen Rückkopplungswiderstand (R3) auf die Basis (Q2b) des zweiten Transistors (Q2) rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen der Basis (Q2b) des zweiten Transistors (Q2)  
30 und der gemeinsamen Leitung (12) eine Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) angeordnet ist oder  
zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß (8) und der Source (S) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein Längswiderstand (R1) als Stromfühler angeordnet ist.

2. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass betreffend die weitere Schutzschaltung gleichzeitig sowohl zur  
Spannungsdetektion als auch zur Strombegrenzung der Längswiderstand  
(R1) als Stromfühler und die Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) als  
5 Spannungsdetektor vorhanden sind.

3. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Spannungsfühlerschaltung (D1,R5) eine Zener- oder Diacdiode (D1)  
und einen Widerstand (R5) in Reihe geschaltet umfasst.

10

4. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Rückkopplungsstrom mittels des Rückkopplungswiderstandes (R3)  
oder der Steuer- oder Regelschaltung so eingestellt ist, dass sich bei Überlast  
ein Abregeln des Laststromes auf einen minimalen Wert ergibt und erst  
15 beim Anlegen einer Spannung ( $U_{a-10}$ ) größer als die Eingangsnenn-  
spannung ( $U_{EN}$ ) ein Abschalten des Stromes in die Spannungs- und  
Strombegrenzungseinrichtung (7,13,14) erfolgt und ein selbstständiges Wie-  
dereinschalten beim anschliessenden Absenken der Versorgungsspannung  
( $U_E$ ) auf Eingangsnennspannung ( $U_{EN}$ ) gegeben ist.

20

5. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Verringerung des Rückkopplungsstromes in der weiteren Schutz-  
schaltung ein Widerstand (R2) zwischen die Basis (Q22) des Transistors (Q2)  
und Source (S) des Schalt- und Regeltransistors (Q1) gelegt ist.

25

6. Sicherheitsbarriere nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bezugsspannung bzw. Rückkopplungsspannung ( $U_{9-11}; U_A$ ) des  
Rückkopplungswiderstandes (R3) sowohl direkt nach dem Drain (D) des  
30 Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) als auch an jedem beliebigen  
Schaltungspunkt des Stromweges zwischen den Leitungspunkten 9 und 16  
abgreifbar und auf die Basis (Q22) des zweiten Transistors (Q2)  
rückgekoppelt ist.

35

7. Sicherheitsbarriere nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass parallel zu Gate (G) und Source (S) des  
Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) zwischen Gate (G) und Source (S)  
desselben eine Zenerdiode (D2) zum Schutz der Gate-Source-Strecke (G-S)  
5 gelegt ist.

8. Sicherheitsbarriere nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass zur Verringerung der Gate-Ansteuerspan-  
nung des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) eine Zenerdiode (D4) in  
10 Reihe mit dem Widerstand (R4) geschaltet ist.

9. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 7 und/oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Zenerdioden D2 und/oder D4 integrale  
Bestandteile des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) sind.

15 10. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Einstellung des Rückkoppelstromes unabhängig von der  
Ausgangs- bzw. Versorgungsspannung der Rückkopplungswiderstand (R3)  
durch eine Steuer- oder Regelschaltung ersetzt ist.

20 11. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuer- oder Regelschaltung eine Konstantstromschaltung ist.

12. Sicherheitsbarriere nach einem der vorherigen Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass dieselbe eine Reset-Einrichtung, zum  
Beispiel Taste, zum Wiedereinschalten der weiteren Schutzschaltung nach  
Auslösung der Abschaltung des Stromes in die Spannungs- und Strom-  
begrenzungseinrichtung (7,13,14) aufweist.

30 13. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der zweite Transistor (Q2) ein elektronisches Relais oder Feldeffekt-  
transistor oder Thyristor ist.

14. Sicherheitsbarriere nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass statt des Feldeffekttransistors ein bipolarer Transistor oder elektronisches Relais eingesetzt ist.

15. Elektrische Schutzschaltung zum Begrenzen von Strom und Spannung,  
5 wie Sicherheitsbarriere, zum Schutz eines elektrischen Verbrauchers (15),  
mit mindestens einem Eingangsanschluß (8) und einem Ausgangsanschluß  
(9) sowie Eingangs- und Ausgangsanschluß (10,11) einer gemeinsamen  
Leitung (12), beispielsweise Masseleitung, wobei innerhalb der Schutz-  
schaltung eine Spannungs- und Strombegrenzungseinrichtung angeordnet  
10 ist, die einen Feldeffekttransistor (Q1) als Schalt- und/oder Regeltransistor  
aufweist, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Source-Drain-Strecke (S-D) des Feldeffekttransistors (Q1) zwischen  
dem Eingangs- und dem Ausgangsanschluß (8,9) angeordnet ist und das  
Gate (G) zur Zuführung der Steuerspannung des Feldeffekttransistors (Q1)  
15 über einen Widerstand (R4) mit der gemeinsamen Leitung (12) verbunden  
ist, wobei an den Eingangsanschluß (8) und an das Gate (G) des Schalt-  
und/oder Regeltransistors (Q1) ein zweiter Transistor (Q2) angeschlossen  
ist, dessen Kollektor (Q23) zur Beeinflussung der Steuerspannung des  
Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) mit dem Gate (G) desselben ver-  
20 bunden ist, und die Ausgangsspannung nach der Source-Drain-Strecke (S-  
D) des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) am Ausgangsanschluß (9)  
über einen Rückkopplungswiderstand (R3) auf die Basis (Q22) des zweiten  
Transistors (Q2) rückgekoppelt ist, wobei zur Spannungsdetektion zwischen  
der Basis (Q22) des zweiten Transistors (Q2) und der gemeinsamen Leitung  
25 (12) eine Zenerdiode (D1)  
oder  
zur Stromerfassung zwischen den Eingangsanschluß (8) und der Source (S)  
des Schalt- und/oder Regeltransistors (Q1) ein Widerstand (R1) als  
Stromfühler angeordnet ist.

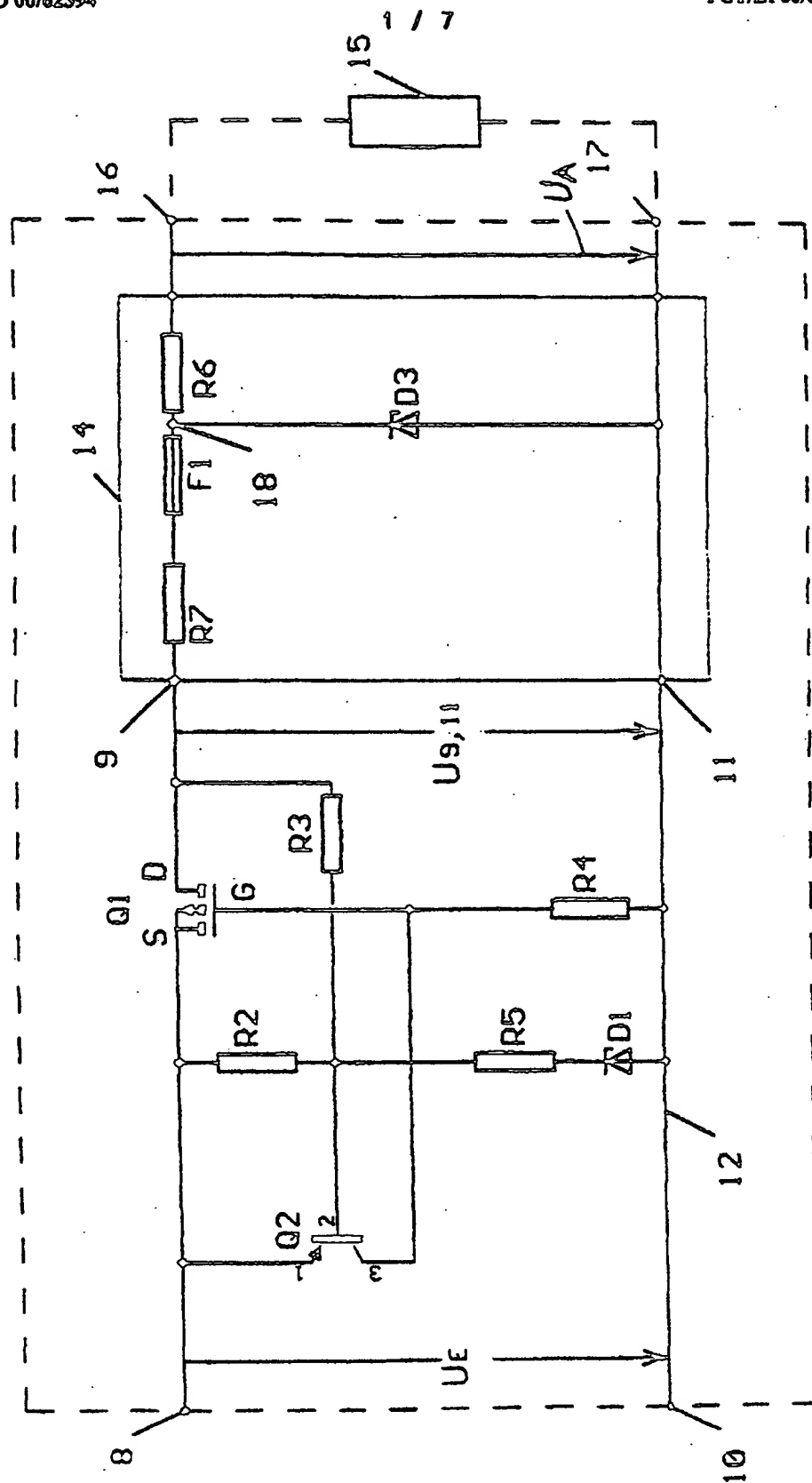
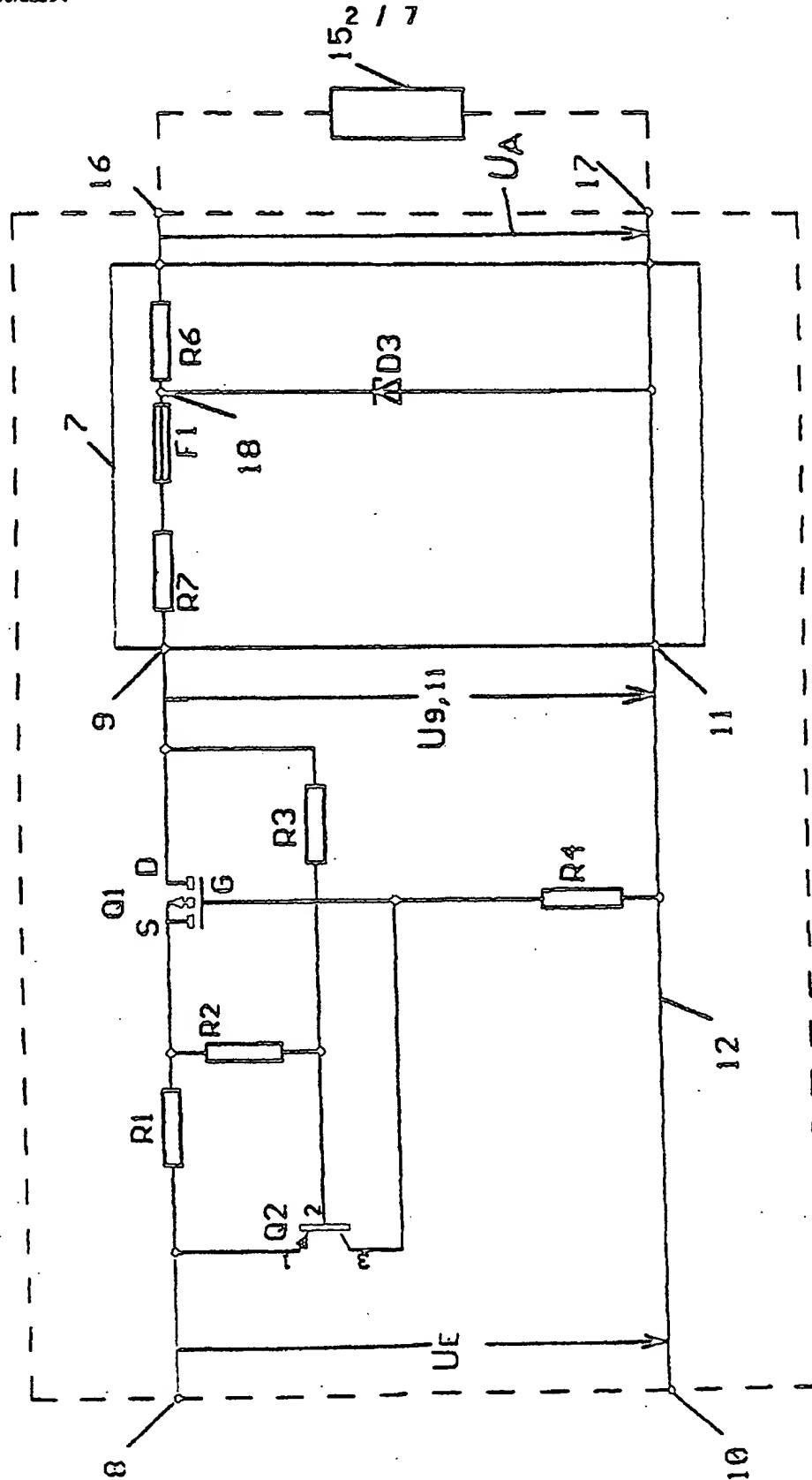
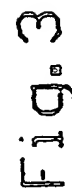


Fig. 1



**ERSATZBLATT (REGEL 26)**



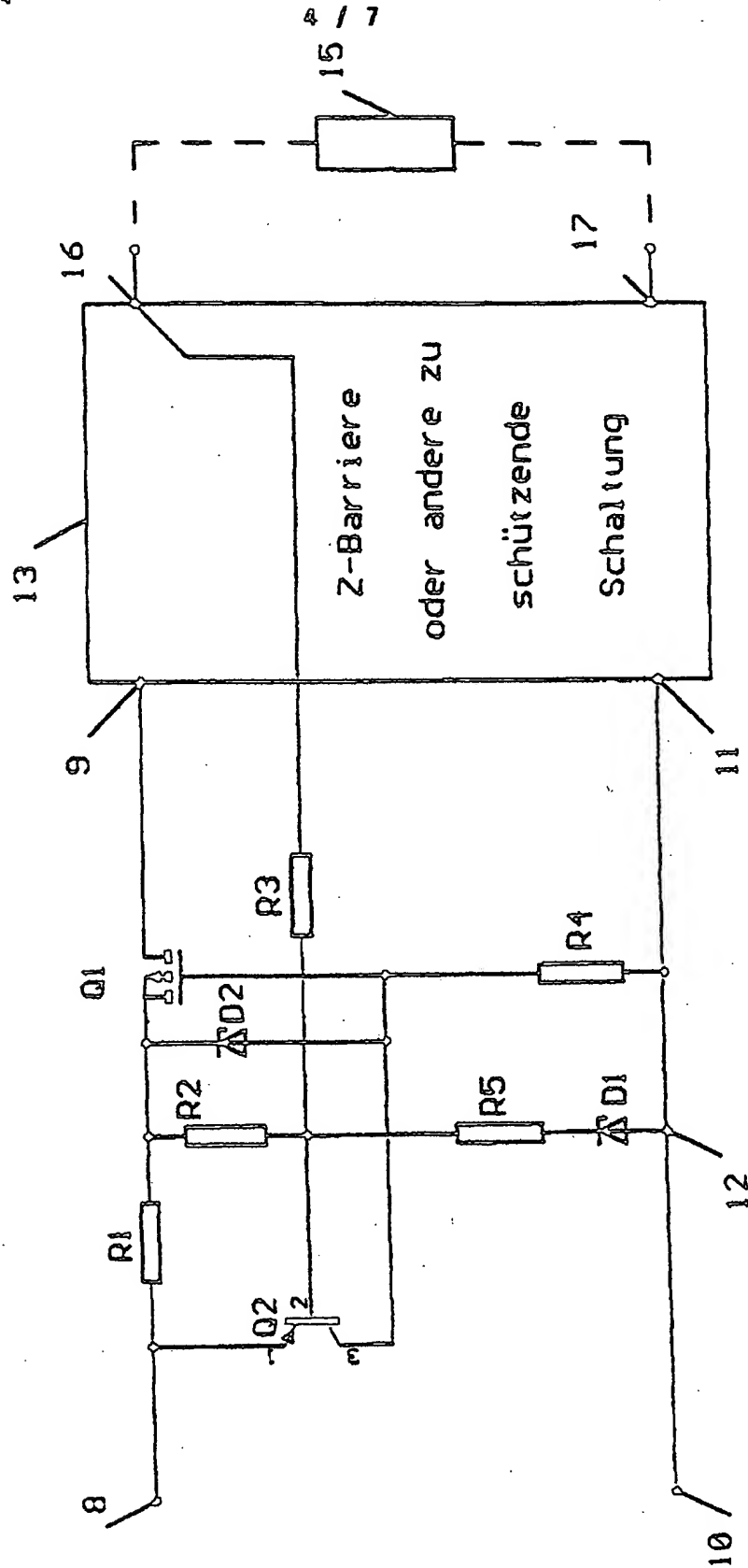
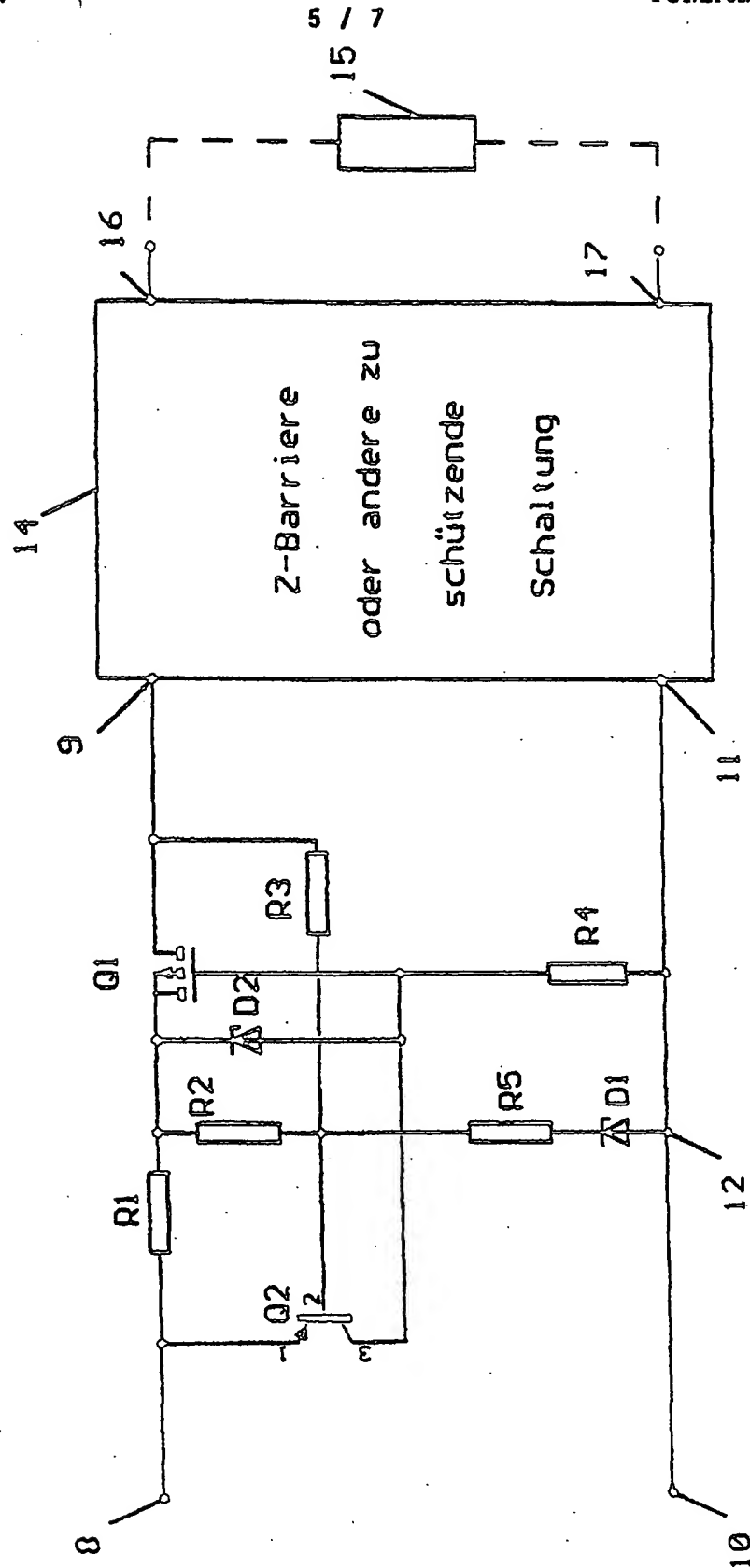


Fig. 4





五  
十  
三  
日

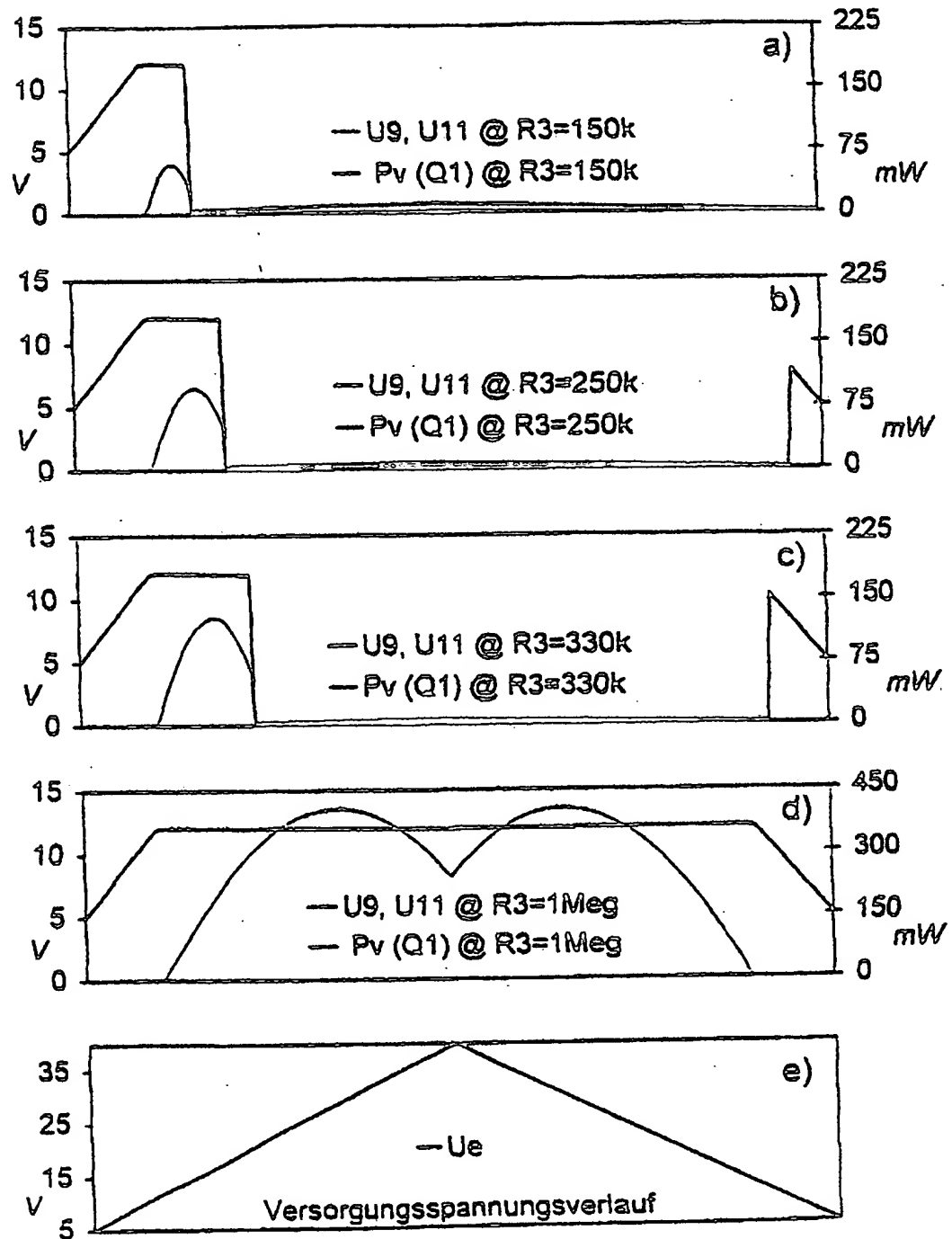


Fig. 6

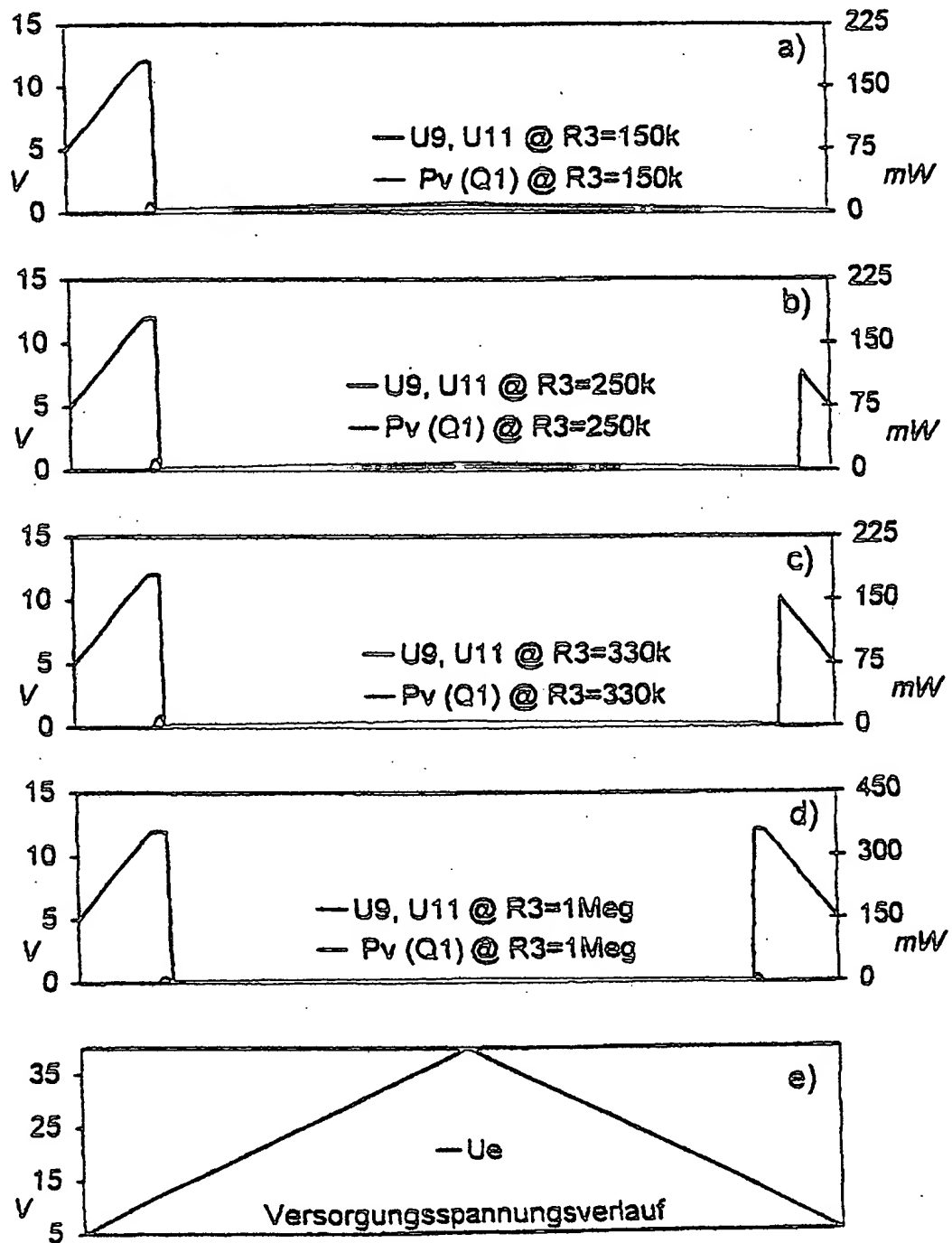


Fig. 7